Encyklopädisches Handbuch

des

Maschinen- und Fabrikenwesens

für

Kameralisten, Architekten, Künstler, Fabrikanten und Gewerbtreibende jeder Art;

nach den

besten deutschen, englischen und französischen Hülfsmitteln bearbeitet

von

Carl Hartmann,

der Philosophie Doktor, Herzoglich Braunschweigischem Bergcommissair, mehrer Gelehrten- und Gewerbvereine Mitgliede ꝛc.

Ersten Theiles dritte Abtheilung,

enthaltend: die Eisenbahnen und den Transport auf denselben.

Mit 10 lithographirten Tafeln.

Leipzig & Darmstadt.

Druck und Verlag von Carl Wilhelm Leske.

1838.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

Einleitung 487

Erstes Capitel.

Auswahl und allgemeine Bedingungen für eine Eisenbahnlinie; Ueberwindung der Terrainschwierigkeiten.

Untersuchung und Nivellirung des Landes 493
1) Ausgleichung der Unebenheiten 495
a. Aufschüttungen oder Dämme 496
b. Einschnitte 498
2) Unterirdische Bahnstrecken (Tunnels) 498
3) Verlängerung der Bahnlinie 500
4) Stehende Dampfmaschinen 501

Zweites Capitel.

Von den Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung im Allgemeinen, so wie von den Bedingungen einer guten Eisenbahn-Construction.

Gußeiserne Schienen 505
Gewalzte eiserne Schienen 506
Form und Tragkraft verschiedener Schienenarten . 508
Fundamentirung der Eisenbahnschienen 518
Bedingungen einer guten Eisenbahn 522

Drittes Capitel.

Von den verschiedenen Constructionsarten der Eisenbahnen.

1) Gewöhnliche englische Constructionsart mit gewalzten eisernen Schienen, auf Steine gelegt 525
2) Sogenannte belgische Constructionsart mit massiven, gewalzten eisernen Schienen, von Querhölzern getragen 534
3) Sogenannte amerikanische Constructionsart, mit dünnen, auf hölzernen Balken ausgestreckten Schienen 535
4) Reynold's Constructionsart 539
Vergleichung der verschiedenen Constructionsarten in Beziehung auf die Bedingungen einer guten Eisenbahn 543

Seite

Viertes Capitel.

Von den Ausweichstellen, den Drehscheiben und dem Durchschneiden der Chausseen und Wege durch die Eisenbahnen.

Ausweichstellen 547
Drehscheiben 550
Durchschneiden der Chausseen und Wege 551

Fünftes Capitel.

Von den auf den Eisenbahnen angewendeten Bewegungsmitteln.

Allgemeine Betrachtungen über die thierischen Kräfte, über Widerstand, Reibung, über die Leistungen der Pferde ꝛc. 553
Von den Dampfwagen 560
Aufzählung und Beschreibung der einzelnen Theile des Wagens 561
Kessel 561
Ofen 561
Wirkung der Cylinder 562
Kurbeln und Räder 563
Sicherheitsventile 566
Wasservisirstab 566
Schieberventile 567
Auslösung 570
Wasserpumpen 571
Feuerrost 572
Uebersicht der verschiedenen Theile der Maschine . 573
Maaße der Theile, von welchen die Kraft der Maschine abhängt 574
Ausdruck der Kraft eines Dampfwagens 575
Nebentheile der Dampfwagen und ihre Wirkungen 576
Dampfröhre 577
Blaserohr 577
Voreilen des Gleitventils 578
Räder, Aren und Büchsen 580
Vorrichtungen zum Schmieren 581
Munitionswagen 582
Betrieb des Dampfwagens 583

Digitized by Google

Seite

Neuere Arten von Dampfwagen 589
Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft 590

Sechstes Capitel.

Von den zum Transport auf Eisenbahnen angewendeten Wagen.

Allgemeine Bemerkungen 593
Räder 596
Axen 597
Büchsen und Axenlager 598
Druckfedern 598
Bremsen 599
Verkuppelungen 600
Wagen zum Erdtransport 600
Mittel zum Auf- und Abladen 602

Seite

Siebentes Capitel.

Von der Bewegung der Fuhrwerke auf Abhängen durch die Schwere.

Einrichtung der geneigten Ebenen oder Rampen . 602
Rollen und Seile 603

Achtes Capitel.

Von den feststehenden Dampfmaschinen und der Bewegung durch dieselben auf den Bahnrampen.

Einrichtung der Maschinerie zum Aufziehen der Wagen 605
Vergleichung des Transports durch stehende und durch locomotive Dampfmaschinen 609

Neuntes Capitel.

Von den schwebenden oder sogenannten Palmer'schen Eisenbahnen 613

Digitized by Google

Erster Theil.

Maſchinenweſen.

Dritte Abtheilung.

Von den Eiſenbahnen und dem Transport auf denſelben.

Einleitung.*

Wenn Fuhrwerke, ſagt Herr Geheimerath Crelle in Berlin, über einen unbefeſtigten, lockeren, etwa ſandigen, Boden hinfahren, oder auch über eine Chauſſee, die nicht ſorgfältig erhalten wird, auf welcher nämlich die Spuren nicht immerfort gleich beim Entſtehen wieder geebnet werden: ſo bleiben ſie mit ihren Rädern bekanntlich gern in den nämlichen Spuren und das deshalb, weil der Boden in den Spuren durch die Räder der Fuhrwerke feſter gedrückt und glatter gemacht wird, als er es außerhalb der Spuren iſt. Dieſe Erfahrung leitet ſchon von ſelbſt darauf, diejenigen langen, ſchmalen Stellen einer Straße, auf welchen die Räder laufen, insbeſondere ſtark zu befeſtigen, und ſie recht glatt zu machen. Stellt man ſich vor, ſolches geſchehe durch Eiſen, einen der härteſten, und dabei leicht glatt und eben zu machenden Körper, ſo hat man eine Eiſenbahn. Bei Chauſſeen iſt der Boden in der ganzen Breite der Straße ungefähr gleich ſtark befeſtigt. Dieſes iſt eigentlich ein ſehr großer Luxus, der zwar allerdings den Nutzen hat, daß die Fuhrwerke überall und nach Belieben einander ausweichen können; aber auch keinen anderen.

Was ſich, um eine Eiſenbahn darzuſtellen, am nächſten darbietet, iſt: eiſerne Streifen von hinlänglicher Stärke in die Spuren einer Straße zu legen, darin zu befeſtigen und dann auf dieſe Streifen die Räder der Fuhrwerke laufen zu laſſen, indem man, etwa durch vorſtehende Ränder der eiſernen Bahnſtreifen, die Räder in den Spuren hält, und ſie am Ausgleiten hindert. Dieſes giebt in der That die älteſte Art von Eiſenbahnen, die im Engliſchen ſogenannten Trame-roads. Da indeſſen in den, vermöge der Räder an den Seiten, gleichſam Rinnen bildenden Eiſenſpuren ſich leicht Sand, Steinchen und Schlamm anhäufen, deren fortwährende Wegſchaffung zu erzwingen, wie die Erfahrung lehrt, alle Aufſicht nicht zureicht, ſo hat man die Trame-roads oder Rinnen-Eiſenbahnen faſt überall aufgegeben. Man hat faſt überall, wo man Eiſenbahnen baut, die Spuren für die Räder, ſtatt aus Rinnenſchienen, aus Stabſchienen (Edge-rails) gebildet, die nach oben etwas convex ſind und etwas über dem Boden emporſtehen.

* Die bei dieſer Abtheilung benutzten und überhaupt wichtigſten allgemeinern Werke über Eiſenbahnen und Transport auf denſelben ſind folgende: *Tredgold*, a practical treatise on railroads and carriages etc. 2d. edit. London 1835. *Wood*, a practical treatise on railroads and interior communication in general etc. 2d. edit. London, 1832. Unter dem Titel: Traité pratique des chemins de fer, von den Herren *Montricher*, *Franqueville* et *de Ruolz*, Paris, 1834, ins Franzöſiſche überſetzt. Eine dritte, umgearbeitete Auflage des Originals iſt unter der Preſſe. — *Minard*, Leçons faites sur les chemins de fer à l'école des ponts et chaussées en 1833 et 1834. Paris, 1834. Deutſch in Crelle's Journal für Baukunſt, Bd. IX, 2. Heft, Berlin, 1835. v. Gerſtner's Handbuch der Mechanik, Bd. I, S. 601 ꝛc. Prechtl's techn. Encykl., Bd. IV, S. 77 ꝛc. Art. Dampfwagen und Bd. V, S. 45 ꝛc. Art. Eiſenbahn. — *Biot*, Manuel des chemins de fer. Paris 1834. Unter dem Titel: Ueber die Anlegung und Ausführung aller Sorten von Eiſenbahnen nach den Grundſätzen der Mechanik und den Ergebniſſen der Erfahrung ꝛc. überſetzt von C. H. Schmidt. Weimar 1835. — Allgemeine Belehrungen über Eiſenbahnen und Schienenwege in populär faßlicher Darſtellung von einem Techniker. Mainz 1836. — Hartmann's praktiſches Handbuch über die Anlage von Eiſenbahnen, ihre Koſten, Unterhaltung und ihren Ertrag, über die Anfertigung und Prüfung guß- und ſtabeiſerner Schienen und die Einrichtung der Dampf- und andern Eiſenbahnwagen. Augsburg 1837. — *Brees*, Railway practice. A collection of working plans and practi-

Digitized by Google

Diese Veränderung hat allerdings den großen und wesentlichen Vorzug, daß auf den Schienen kein Sand und Schlamm sich sammeln kann, und daß also die Schienen, wie sie es sein sollen, immer möglichst rein und glatt bleiben; sie hat aber dagegen auch den nicht ganz unbedeutenden Nachtheil, daß nun die Räder der Fuhrwerke, damit sie nicht von den Schienen hinuntergleiten, rundum vorstehende Spurkränze bekommen müssen, so daß ein Eisenbahnwagen, ohne ihm erst andere, gewöhnliche Räder mit cylindrischen Felgen zu geben, nicht mehr auf einer gewöhnlichen Straße fahren kann, während zugleich umgekehrt die Eisenbahn für gewöhnliche Fuhrwerke ebenfalls nicht fahrbar ist; was beides bei den Trame-roads nicht der Fall ist, die vielmehr für gewöhnliche Fuhrwerke ebenfalls fahrbar sind und keine besonders gestalteten Wagenräder erfordern. Daß der oben bezeichnete Vorzug der Stabschienen vor den Rinnenschienen ihren Nachtheil überwiege, ist wohl ziemlich unzweifelhaft.

Betrachten wir den Nutz-Effect der Eisenbahnen, so ist es ganz klar, daß sie da, wo sie ausgeführt werden können, wo nämlich der größte Personen- und Waarentransport stattfindet, und keine zu häufigen Terrain-Hindernisse obwalten, in mehrseitiger Hinsicht allen andern Förderungsbahnen den Vorrang abgewinnen.

1) Die Eisenbahnen unterscheiden sich dadurch wesentlich und vortheilhaft vor den gewöhnlichen Straßen, daß sie nicht durch Abnützung, durch Witterungseinflüsse, wie durch Regen, schlechter, sondern durch den Gebrauch abgeschliffener, geglätteter, besser werden. 2) Wird die angewandte Zugkraft der Thiere nicht so bald, oder ungleichförmig abgenützt, wie dieß bei den gewöhnlichen Straßen der Fall ist. 3) Wirkt die angewandte Trieb- oder Zugkraft zum wenigsten acht Mal stärker, als auf einer Chaussee im besten Zustande. 4) Ist der Transport von Personen mehr gegen Umwerfen und stete Erschütterungen gesichert, da die Räder im Geleise gehen; die Bewegung ist so sanft, daß selbst die zerbrechlichsten Gegenstände, Glas, Porzellan u. s. w., ohne besondere Vorsicht eingepackt, 100 Meilen weit transportirt werden können, ohne irgend eine Beschädigung zu erleiden, ja man kann im Fahren auf gut construirten Eisenbahnen mehrere Verrichtungen ohne Störung unternehmen, man kann z. B. lesen, schreiben ꝛc. Auf der Liverpool- und Manchester-Eisenbahn z. B. fuhren binnen 18 Monaten 700,000 Menschen, ohne daß von dieser großen Anzahl nur ein einziger Mensch durch einen Unglücksfall sein Leben einbüßte, während in der Umgegend von Manchester innerhalb 12 Monaten nicht weniger als 15 gewöhnliche Kutschen umwarfen, wobei mehrere Personen ihr Leben einbüßten, und viele bedeutend beschädigt wurden. Dazu kömmt noch, daß Förderungsmittel, nämlich die Construirung der Dampfwagen sowohl, als die Beschaffenheit der Bahnen selbst, zeither wesentliche Verbesserungen erfahren haben, und nun alle möglichen Unglücksfälle gänzlich abgewandt sein können. 5) Eisenbahnen sind bei jeder Witterung, Jahres- und Tageszeit fahrbar. Ist der Weg verschneit, verhüllen im düstern Herbst dicke herabhängende Nebel alle Bahn, hemmt eine finstere Nacht auf der gewöhnlichen Straße, auf unbekannten Wegen beim Fortschreiten jeden Schritt des im Wagen Reisenden, so führt ihn dagegen die künstliche Eisenbahn schnell und sicher zum ersehnten Ziel. 6) Ein sehr wesentlicher Vortheil der Eisenbahnen mit Dampfwagentransport ist der, daß sie Pferde entbehrlich machen. Zum Unterhalt eines Pferdes ist so viel Land erforderlich, als zum Lebensunterhalt von acht Menschen dient. Wird nun die thierische Kraft durch Dampfkraft ersetzt und würden die Transportmittel, statt von der Oberfläche, aus dem Schooß der Erde genommen, so wird sehr viel Ackerland zum Unterhalt von Menschen frei. 7) Der Eisenbahnenbau unterliegt nicht so häufigen Reparaturen als der Chausseebau, und dessen Unterhaltung ist daher nicht so kostspielig wie beim gewöhnlichen Straßen- oder Canalbau. Reparaturen sind bei Eisenbahnen unbedeutend; wenn auch eine eiserne

---

cal details of construction in the public works of the most celebrated engineers etc. (Mit 77 lithogr. Tafeln.) London, 1837. — Crelle, Einiges allgemein Verständliche über Eisenbahnen, insbesondere als Privatunternehmungen ꝛc. Berlin, 1835. — Derselbe: Ueber verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung. Daselbst 1837. — Derselbe: Einiges in Zahlen über Eisenbahnen. Das. 1838. (Diese drei Schriften sind besondere Abdrücke aus Herrn Geheimenraths Dr. Crelle trefflichem „Journal für die Baukunst", welches besonders wichtig für das Eisenbahnwesen ist.) — Mekarsky Edler v. Menk, das Eisenbahnwesen nach allen Beziehungen kritisch beleuchtet. Wien, 1837. — *de Pambour*, practical Treatise on locomotive Engines upon railways etc. London, 1836. Unter dem Titel: Praktische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen, (Berlin, 1837) ins Deutsche übersetzt. (Aus Crelle's Journal besonders abgedruckt.) — *Gordon*, Treatise upon elemental Locomotion. 3. edit. London, 1838. — *Tredgold*, on the Steam-Engine, 2d. edition by *Woodhouse*, London 1838. 2d. part. — v. Oeynhausen und v. Dechen: Ueber Schienenwege in England, Bemerkungen, gesammelt auf einer Reise in den Jahren 1826 und 1827. Berlin 1829. (Aus Karsten's Archiv, 1. Reihe, Bd. 19.) — *Simms*, the public Works of Great Britain. 1. Division: Railways, Locomotive Engines and Carriages (Mit 83 großen prächtigen Kupfertafeln.) London, 1838. — *Whishaw*, Analysis of Railways, consisting of Reports on the several Railways projected in England and Wales. London 1838. — History and Description of the Liverpool and Manchester Railway. London 1832. — *Simons* et *de Ridder*, Description de la route en fer à établir d'Anvers à Cologne. 2de édition. Bruxelles 1833. — Plieninger, kurzer Bericht über die Eisenbahn von Brüssel nach Mecheln, nebst allgemeinen Bemerkungen über Eisenbahnanlagen überhaupt ꝛc. Stuttgart, 1836. — Henz, Bericht über Project und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eisenbahn von Elberfeld nach Witten. Elberfeld, 1836. — Scharrer, Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder Verhandlungen der Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft. Nürnberg 1836. — Rößler, technische Beschreibung der Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth. Mit 10 großen lithogr. Tafeln. Darmstadt 1837. — *Poussin*, Chemins de fer americains. Paris, 1836. Deutsch unter dem Titel: Amerikanische Eisenbahnen; Geschichtliches ihrer Ausführung; Baukosten, Ertrag, Verwaltung und Gesetzgebung derselben. A. d. Franz. übertragen, nebst genauer Beschreibung eines Stephenson'schen Eisenbahnwagens. Regensburg 1837. — Die für das Eisenbahnwesen wichtigen Zeitschriften sind besonders: Dingler's polyt. Journal; das polyt. Centralblatt; Karsten's Archiv; Crelle's Journal für die Baukunst; die Verhandlungen des preußischen Gewerbevereins; List's Eisenbahn-Journal; the London Railway-Magazine; the american Rail-road Journal.

Digitized by Google

Schiene springt oder bricht, so bleibt doch immer der volle Werth des Materials und ist nur der unbedeutende Gießer- oder Walzerlohn verloren. Die gebrochene Schiene kann durch eine neue, deren immer ohnedieß mehre in Vorrath bereit liegen müssen, von derselben Form auf der Stelle ersetzt werden, und der Transport wird keine Minute aufgehalten, da man der beschädigten Stelle leicht ausweichen kann, wogegen vorzüglich bei Canälen, an den Dämmen, Schleusen, Fallthüren, Wasserleitungen, Behältern u. s. w. häufig kostbare und zeitraubende Reparaturen und Arbeiten vorfallen, und wegen einer einzigen, beschädigten Stelle sogleich die Fahrt auf dem ganzen Canal eingestellt werden muß, wo von Zeit zu Zeit die nöthige Räumung, das Ausschlagen des sich ansammelnden Schlammes, Ausrottung von Schilf und Unkraut oft lange Unterbrechungen der Fahrt verursacht. 8) Als der größte Vorzug der Canäle wird angepriesen, daß beladene Fahrzeuge in den Schleusen ohne alles Zuthun einer hebenden, oft beträchtlich erheischten Kraft, vom Wasser selbst gehoben werden, und daß mithin zum Aufwärtsschiffen selbst bedeutender Lasten von einem tiefern zu einem höhern Niveau, welches auf gewöhnlichen Straßen und auf Eisenbahnen eine außerordentliche Kraftanstrengung erfordert, diese gar nicht nöthig ist. — Freilich sind diese Schleusen eine höchst wichtige, nützliche und unentbehrliche Erfindung für die Canalschifffahrt, ohne welche diese nur auf ganz wagerechte Flächen, also auf sehr wenige und kurze Strecken beschränkt wäre, dagegen sind die zum Fortziehen der Schiffe gebrauchten Pferde die Zeit über müßig, unbenützt, während das Schiff in den Schleusen sich senkt oder hebt. — Es ist ein Verlust am Tagewerk, da doch Leute und Thiere für den ganzen Tag erhalten und bezahlt werden müssen. Bei einer sanft aufsteigenden Eisenbahn erleidet man, des Vorspanns oder der größern Maschinenkraft wegen, auch einen Verlust; allein er ist bei weitem geringer als bei Canalfahrten, und es kann dieser geringe Verlust durch die bald darauf folgende Schnelligkeit auf den Eisenbahnen nicht nur aufgewogen werden, sondern man wird bei den stets wohlfeilern Transportkosten noch Gewinn vor der Canalschifffahrt davon tragen. 9) Durch die bedeutende Schnelligkeit des Transportes auf den Eisenbahnen, wird jene langsame Schifffahrt auf dem Canale bei weitem übertroffen, da auf den Canälen der Widerstand des Fluidums keine bedeutende Geschwindigkeit zuläßt, wo jede Schleuse einen Aufenthalt von 10 — 30 Minuten verursacht, und besonders die Fahrten durch unterirdische Canäle und über die sogenannten Canalbrücken, die zur Fortsetzung der Niveaus an vielen Stellen über Bäche oder Thäler gebaut werden, äußerst langsam und beschwerlich ist, weil diesen unterirdischen Strecken und diesen Canalbrücken zur Verminderung der Baukosten meist nur eine solche Breite gegeben wird, daß das Schiff gerade durchgehen kann, Hindernisse und Verzögerungen, welche bei Eisenbahnen nicht vorkommen, auf welchen der Widerstand der Reibung durch größere Geschwindigkeit nicht vermehrt wird, und als die vollkommenste Ortsveränderung auf dem Festlande, von der Schnelligkeit der leichtesten Dampfböte kaum erreicht wird. 10) Eisenbahnen erfordern nur einen schmalen Strich Landes, selbst wenn sie doppelt neben einander angelegt sind, kaum $^1/_6$ der Fläche des kleinsten Canals mit seinen Ziehwegen, Dämmen, Böschungen, und da dieselben zwischen zwei gegebenen Punkten meistens auch kürzer ausfallen, entziehen sie dem Ackerbau weniger Land. 11) Eisenbahnen sind fahrbar, wenn Canäle oder Flüsse durch den Eisgang unbrauchbar sind oder im Sommer austrocknen. 12) Die Anlage der Eisenbahnen bietet weniger Schwierigkeiten des Terrains dar, und von all den unzähligen Hindernissen nichts, welche den Bau des schiffbaren Canals oft außerordentlich erschweren, sie an manchen Orten oft ganz unmöglich oder nur mit ungeheurem Kostenaufwand ausführbar machen. Anhöhen, welche bei einem Canalbau mit den beträchtlichsten Kosten durchschnitten, oder mittelst unterirdisch gewölbter Gänge (Tagestrecken, Tunnel) durchgegraben, oder mit langen Umwegen vermieden; Thäler, über welche zur Fortsetzung eines Canals im gehörigen Niveau hohe, breite und kostbare Steindämme oder noch kostbarere Canalbrücken erbaut werden müssen, können mit einer Eisenbahn, bei einer schicklichen Vertheilung des Steigens oder Fallens in kürzerer Richtung überfahren werden, und wenn auch bei diesen ebenfalls Erdarbeiten, Durchschnitte oder Erhöhungen nothwendig werden, so sind solche nie in eben dem Grade bedeutend.

Halten wir die Vortheile, welche von den künstlichen Verkehrsmitteln zu erwarten sind, vergleichend gegen einander, so ergiebt sich für die Eisenbahnen die Mehrheit derselben, wo es nämlich in Bezug auf Lage und Richtung, günstige Terrainverhältnisse und bei hinlänglich lebhaftem Verkehr der gesicherte Gewinn erlauben. Trefflich lehrt in dieser Rücksicht Ritter von Gerstner, daß, wo auf einer gegebenen Linie über 2 Millionen Centner jährlich zu verführen sind, und die Ausführung eines gegrabenen Canals mit keinen besondern örtlichen Schwierigkeiten und außerordentlichen Kosten verknüpft ist, diesem, vor allen andern bisher bekannten Mitteln zur Erleichterung des Transportes, der Vorzug gebührt. Bei jedem Frachtquantum, welches nicht über 2 Millionen und nicht unter 150,000 Centner jährlich beträgt, ist der Transport auf Eisenbahnen vortheilhafter als auf einem Canale. Wo hingegen nicht bedeutend mehr, als 150,000 Centner jährlich zu transportiren sind, da kann weder ein Canal noch eine Eisenbahn, sondern nur eine gewöhnliche Kunststraße mit Vortheil bestehen.

Es haben zwar in der neuern Zeit Versuche gezeigt, daß durch Dampfkraft auch auf Chausseen Fuhrwerke mit sehr großer Geschwindigkeit fortgeschafft werden können; allein es müssen diese Wagen, wegen der Dampfmaschine nothwendig sehr schwer sein, wenn man diese auch noch so leicht bauen würde. Denn die Räder müssen tüchtig eingreifen, wenn sie noch eine andere Last mit sich fortziehen und nicht blos gleitend drehen sollen. Es fragt sich daher, ob diese Dampffuhrwerke die Chausseen nicht so sehr zerstören werden, daß der Verlust gegen den Gewinn außer jedem Verhältniß und größer ist, als der Betrag der Zinsen der höhern Anlagekosten von Eisenbahnen. Man muß also wenigstens vor der Hand die Geeignetheit für die Benutzung der Dampfkraft zur Fortschaffung von Fuhrwerken den Eisenbahnen fast ganz ausschließlich zugestehen. *

* Aus dem Grunde, weil die vielfachen Versuche Chausseen mit Dampfwagen zu befahren, immer noch nicht genügend geglückt

Digitized by Google

Man kann die Eisenbahnen ihrem Zwecke nach eintheilen in:

1) Temporäre Eisenbahnen auf Baustellen;

2) in Eisenbahnen für Gütertransport insbesondere, und in

3) Eisenbahnen, besonders für den Transport von Reisenden.

Die Construction und Anordnung dieser drei Arten von Eisenbahnen ist nach ihrem Zweck verschieden, obwohl die Eisenbahnen zum Gütertransport gewöhnlich auch zum Personenverkehr benutzt werden und umgekehrt.

Der Construction nach zerfallen die Eisenbahnen zuvörderst in zwei Classen, in die liegenden und in die schwebenden.

I. Die liegenden Eisenbahnen sind entweder:

a) solche, deren Schienen aus mehren Zoll breiten Platten mit einem hervorstehenden Rande bestehen, die wir daher, wie schon weiter oben bemerkt, Rinnenschienen (trame-roads im Engl.) nennen. Diese Art von Eisenbahnen wird aber jetzt fast gar nicht mehr, und nur da angewendet, wo sie einmal vorhanden sind, wie z. B. bei manchen englischen Steinkohlenbergwerken. — Hierher gehören auch die Eisenbahnen mit gesenkten Schienen, d. h. mit solchen, die zu beiden Seiten einen hervorstehenden Rand haben und die weiter nichts sind, als eiserne Geleise. Man findet sie z. B. in den westindischen Docks in London, wo sie zum Transport der aus den Schiffen

ausgeladenen Güter dienen, und auf vielen Brücken hier in Braunschweig, um die hölzernen Belegbohlen zu schonen. Eine allgemeinere Anwendung haben jedoch die eisernen Geleise nie erlangt.

b) Die Eisenbahnen mit platten und nur dünnen, der Länge nach von hölzernen Balken getragenen und auf dieselben befestigten eisernen Schienen, welche man die Amerikanischen nennt, weil bis jetzt die meisten Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten so eingerichtet sind; auch ist diese Construction bei den Eisenbahnen in Böhmen und von Leipzig nach Dresden, von Braunschweig nach dem Harz angewendet. Sie sind jedoch nur in holzreichen Gegenden zu empfehlen.

c) Die flachen Eisenbahnen (edge-railroads), wo die Schienen, sogenannte Stabschienen, flach oder etwas abgerundet und die Räder der Wagen, mit denen sie befahren werden, mit einem hervorstehenden Rande an der innern Seite des Wagens versehen sind. Diese Stabschienen sind im Allgemeinen die besten und vollkommensten, und werden auch bei den größten Eisenbahnanlagen am meisten angewendet.

II. Die schwebenden oder Palmer'schen Eisenbahnen, bestehen nur aus einer Schienenreihe, die über dem Boden erhöhet ist und zweirädrige Wagen trägt, deren Kästen zu beiden Seiten der Räder herabhängen. Diese Bahnen stehen nur auf kurzen Strecken an einigen Punkten in England, beim Festungsbau in Posen, in einigen französischen Steinkohlenbergwerken ꝛc. in Anwendung.

Erstes Capitel.

Auswahl und allgemeine Bedingungen für eine Eisenbahn-Linie; Ueberwindung der Terrain-Schwierigkeiten.*

Es giebt in der ganzen Civilbaukunst wenig Gegenstände, die so genaue Kenntnisse und Erfahrungen und so ausgedehnte Uebersichten von dem Handel und Verkehr zwischen verschiedenen Punkten erfordern, als die Auswahl einer Linie für Eisenbahnen und Kanäle. Beide Fälle haben manches Aehnliche, jedoch hat ein jeder auch seine besondern, zu berücksichtigenden Eigenthümlichkeiten.

Vor allen Dingen ist eine genaue Kenntniß der Oberflächenverhältnisse der Gegend, durch welche eine Eisenbahn geführt werden soll, erforderlich, und eben so auch eine Kenntniß ihrer geologischen Beschaffenheit, d. h. der Gesteine, welche auf der Linie und in der Nähe der Eisenbahn vorkommen. Erzlagerstätten, Steinkohlen, Kalk, Mergel, Braunsteine ꝛc. erlangen, wenn sie sich in der Nähe einer Eisenbahn finden, einen großen Werth.

Auch das Interesse des Ackerbaues darf nicht außer Acht gelassen, und es müssen bei Anlage der Eisenbahn wo möglich solche Anordnungen getroffen werden, um den Vortheil der Landbesitzer, durch deren Besitzung die Eisenbahn geht, zu befördern. Denn auf der einen Seite hat die Anlage einer Eisenbahn viel Unbequemes und Nachtheiliges für den Landbesitzer, weshalb es nöthig ist, dieß durch Aufmerksamkeit auf jeden Umstand, der den Werth der Grundstücke zu erhöhen vermag, möglichst auszugleichen.

Bei der Berücksichtigung der Interessen eines Fabrikdistrictes, muß hauptsächlich die Zeit als wichtigstes Element bei allen gewerblichen Zwecken in Betracht kommen, und daher hat der Ingenieur besonders darauf Bedacht zu nehmen, daß die Eisenbahnlinie den möglichst kürzesten Weg nehme. Er muß den Umstand berücksichtigen, ob es vortheilhafter oder unvortheilhafter sei, kostbare Einschnitte oder Auffschüttungen bei gerader Linie zu machen, als dieselben bei Umwegen zu vermeiden. Stets muß man von

---

sind, lassen wir diese Maschinen in unserm Werk auch gänzlich unberücksichtigt.

* Nach Tredgold's practical treatise on railroads, 2d edit. London 1836, p. 111 etc. und Henze's „Bericht über Project und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eisenbahn von Elberfeld über Hagen nach Witten." Elberfeld 1836. S. 29 ꝛc.

Digitized by Google

dem Grundsatze ausgehen, die wirklichen den scheinbaren Ersparungen vorzuziehen.

Das erste, was geschehen muß, ist ein genaues Nivellement der Gegend, welche von der Eisenbahnlinie durchschnitten werden soll, und da es die Grenzen dieses Werks überschreiten würde, das dabei anzuwendende Verfahren zu beschreiben, so bemerken wir nur, daß die Flüsse und Ströme eines Landes die sichersten Andeutungen von seinen Erhebungen und Vertiefungen und von den Veränderungen des Falles, dem erfahrenen Auge mit ziemlicher Genauigkeit angeben.*

Nur selten ist die Fläche, auf welcher eine Eisenbahn vorgerichtet werden werden soll, so eben oder so fest, daß sie gar keiner Nachhülfe bedürfte; man muß also im Allgemeinen die Mittel anwenden, welche bei dem Kunststraßenbau anzuwenden sind; in noch höherm Grade ist es aber bei den Eisenbahnen Hauptbedingung, sie so horizontal oder doch mit so geringem und gleichmäßigem Ansteigen und Fallen zu führen, als möglich.

Wir müssen daher zuvörderst die Hülfsmittel kennen lernen, welche die Kunst darbietet, um Terrainschwierigkeiten, in sofern sie auf die Neigungsverhältnisse einer Bahn Einfluß äußern, zu überwinden. Es lassen sich diese Mittel in folgende vier Classen bringen:

1) Ausgleichung der Unebenheiten des Bodens durch Einschnitte in den zu hoch liegenden und Anschüttungen auf den zu niedrig liegenden Strecken.

2) Anlage von unterirdischen Bahnstrecken oder Tagestrecken (Tunnels).

3) Verlängerung des Bahnzuges.

4) Anlage von stark geneigten Bahnstrecken, auf welchen die Ansteigungen concentrirt und die Lasten an Seilen, vermittelst stehender Dampfmaschinen aufgezogen oder niedergelassen werden.

1) Ausgleichung der Unebenheiten. — Abgesehen von Ansteigungen, welche, durch die gegenseitige Höhenlage der bestimmenden Punkte bedingt, den allgemeinen Neigungsverhältnissen einer Eisenbahn zum Grunde liegen, bildet in den allermeisten Fällen die Oberfläche des Bodens, über welchen sie geführt werden muß, eine ununterbrochene Reihe von Anhöhen und Vertiefungen untergeordneten Ranges, und diese schaden dem Effecte einer Bahn, welche allen diesen Bewegungen des Terrains folgt, ganz außerordentlich, weil die Last oft und nutzlos gehoben werden muß und daher eine größere Zugkraft erfordert. Dergleichen Unebenheiten werden durch Einschnitte in den Erhöhungen und durch Auffschüttungen in die Vertiefungen, die wir weiter unten näher kennen lernen werden, am wirksamsten ausgeglichen, und der vollkommenste Erfolg der Anwendung dieses Mittels ist, wenn in einer Bahn keine andern Steigungen übrig bleiben, als durch die verschiedene Höhenlage der bestimmenden Hauptpunkte bedingt werden, oder, was dasselbe ist, daß keine verlorne Steigung in der Bahn vorkömmt.

* Die graphische Darstellung eines solchen Nivellements auf der Eisenbahnlinie von London nach Birmingham, findet man auf den Taf. 20 bis 29 von Simms's vortrefflichem Werke: Public Works of Great Britain. London 1838.

Es giebt nur zwei Umstände, welche, von einer unbeschränkten Durchführung dieses Ausgleichungssystems abzustehen, dringende Veranlassung geben können und diese sind: Steigerung der ersten Anlagekosten und Verlängerung des Zeitraumes der Ausführung. Was den ersten Punkt betrifft, so muß die Entscheidung darüber ganz auf die Größe der Transportmasse begründet gesucht werden; betreffend den größern Zeitaufwand, welchen ausgedehntere Planirarbeiten erfordern, kommen die Zinsen des Anlagekapitals während der Bauzeit in Betracht, und auch hier muß das Ergebniß der Untersuchung den Ausschlag geben, ob die damit erzielte Vervollkommnung der Bahn sich auf ein so großes Förderquantum vertheilt, daß der Verlust dadurch reichlich aufgewogen wird. Die Ausgleichung der Unebenheiten erfolgt entweder durch Auffschüttungen oder Einschnitte.

a. Die Auffschüttungen oder Dämme (Embankements im Engl.)* dienen, wie bemerkt dazu, um Vertiefungen gegen das allgemeine Nivellement einer Eisenbahn auszufüllen. Man verfährt dabei wie bei dem Straßenbau im Allgemeinen, und wir müssen die dabei zu beobachtenden Regeln als bekannt voraussetzen und können uns nur auf einige Bemerkungen beschränken. Das an einen Damm zu machende Haupterforderniß ist Festigkeit, damit er sich nicht senkt, welches besonders bei rölligen, sandigen Erdmassen leicht geschieht, wogegen ein mehr oder weniger thoniger, mit Rollsteinen vermengter Boden eine weit größere Sicherheit gegen diese sehr nachtheilige Wirkung äußert. Man erreicht die nothwendige Festigkeit, wenn man bei dem Auffschütten mit Sorgfalt verfährt, alle Höhlungen vermeidet, den Schutt stets auseinander zieht, ihn feststampft, schwere eiserne Walzen darüber fährt und den Damm möglichst lange liegen, wenn es thunlich ist, ihn überwintern läßt. Allein ungeachtet aller dieser Vorsichtsmaßregeln ist ein Setzen der Dämme kaum zu vermeiden; sie können daher oft erst nach wiederholter Herstellung fahrbar bleiben, und man muß daher anfänglich die Schienen auf hölzerne Querschwellen (Fig. 2 und 3, Taf. XLIII und XLIV), welche die Last besser vertheilen, und sie, nachdem das Setzen ganz aufgehört, bleibend fest legen.

Von großer Wichtigkeit ist die den Dämmen zu gebende Böschung, oder der Fallwinkel der Abhänge. Es läßt sich keine allgemeine Regel darüber geben, indem die Böschung sehr viel von der Beschaffenheit der Massen, aus denen die Auffschüttung besteht, abhängt. Bei der London- und Birmingham-Eisenbahn wurde contractmäßig bestimmt, daß die Böschungen das Verhältniß von 2 zu 1 haben müssen, d. h. wenn die Basis oder Sohle = 2, so muß die Höhe = 1 genommen werden; allein dieß ist wohl das Maximum einer Böschung. Die Böschungen werden mit Rasen bekleidet, und besteht das Land, welches dem Damme zur Basis dient, aus Acker, so muß die Ackererde weggenommen und zuletzt auf den Böschungen des Dammes gleichmäßig vertheilt werden, um diesen Boden zu besäen und auf diese Weise eine Rasendecke hervorbringen zu können,

* *W. Brunton*, Description of a practical and economical method of excavating ground and forming embankment for railways. London 1837.

Digitized by Google

indem eine solche sehr wesentlich für die Festigkeit der Dämme ist.

Gewöhnlich sind die Böschungen steiler als die obige; jedoch dürfen sie nicht zu steil sein und es ist eine kühne Anordnung, wenn man, wie auf der Eisenbahnstrecke von Leeds nach Selby, einem 51 Fuß hohen Damme nur 32 Fuß Böschung gegeben hat, wenn gleich die Erde mit trockenem, unten 6½ Fuß dickem Mauerwerk bekleidet ist.

Die Breite der Krone oder der obern Fläche der Dämme ist verschieden, je nachdem man eine einfache oder eine doppelte Eisenbahn legen will; sie darf bei hohen Dämmen und auf sehr viel benutzten Bahnen nie zu gering sein, damit während einer Reparatur oder Erhöhung des Dammes, neben der Hauptbahn Hülfsbahnen gelegt werden können. — Die Breite des Banketts, d. h. desjenigen Theils der Krone, der zu beiden Seiten neben den Schienen befindlich, ist auf den verschiedenen existirenden Eisenbahnen ebenfalls verschieden; 4 bis 5 Fuß sind hinreichend, schmäler sollten sie nicht gemacht werden, obwohl man in England bei einigen Dämmen sehr frequenter Bahnen, nur eine Bankettbreite von 2 Fuß findet.

Am Fuße der Böschungen macht man (s. Fig. 2, Tafel XLIII) kleine Gräben zur Ableitung des Regenwassers. Auch längs der Dämme und quer durch dieselben sind Canäle zur Ableitung der Feuchtigkeit (Culverts im Engl.) angebracht, wie man aus derselben Tafel ersieht. Häufig sind diese Canäle nur sehr einfach aus zwei dachförmig zusammengestellten unbehauenen Steinplatten gebildet, oft aber aber auch weiter und höher, und bestehen aus einer vollständigen Gewölbmauerung. Es würde uns zu weit führen, hier nur die wichtigsten von diesen Anlagen und Constructionen zu beschreiben und durch Abbildungen zu erläutern. Der ausübende Architect, der sich näher davon unterrichten muß, wird auf die beiden trefflichen Werke von Simms und Brees verwiesen, die bei der Anlage von Eisenbahnen unentbehrlich und weit nützlicher sind, als eine flüchtige Reise von wenigen Wochen nach den großen englischen Eisenbahnen.

Der großartigste Damm ist unstreitig der, auf welchen die Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk gelegt worden. Er ist 3½ deutsche Meilen lang, seine mittlere Höhe beträgt 10½ Fuß, die obere Breite 17½ Fuß und die beiderseitige Böschung wenigstens 1 : 1½, streckenweise auch mehr. Auf diesem colossalen Damm liegt eine Lage von großen, dann mittlern und dann kleinen zerschlagenen Steinen von 12 Fuß Breite und 12 bis 14 Zoll Höhe.

Statt der Dämme werden zur Ausfüllung von Vertiefungen auf der Eisenbahnlinie, vorzüglich wenn dieß mehr oder weniger breite Flußthäler sind, Brücken und Viaducte angewendet. — Die Brücken, welche auch bei Uebergängen über Chausseen oder bei Uebergängen dieser letztern über Eisenbahnen angewendet werden, können von Stein, von Holz, oder von Gußeisen construirt werden; es können auch Hängebrücken sein. Die Viaducte bestehen aus Stein und unterscheiden sich im Allgemeinen gar nicht von den Brücken, nur gleichen sie die Vertiefungen ganzer Thäler aus, wie z. B. der der Midland-Counties-Eisenbahn, welcher durch das Thal des Avon führt und aus eilf Bögen, jeder von 50 Fuß Spannung besteht.

Die von London nach Greenwich führende Bahn läuft gänzlich auf einem solchen Viaduct über die Straßen von einem Theil Londons weg. (Simms, Taf. 65—70, Brees, Tafel 44 — 46.) Hölzerne, auf Pfählen ruhende Brücken, sind auch sehr zweckmäßig, wenn die Bahn über einen Morast geführt werden muß, wie man dieß bei den Bahnen in Amerika wiederholt findet. Alle diese Constructionen sind Gegenstand der gewöhnlichen Baukunst, weshalb wir uns hier auch nicht weiter dabei aufhalten können.

b. Einschnitte (Cuttings, engl.). Da wo geringe Erhöhungen des Bodens in gleiches Niveau mit einer Eisenbahnlinie zu bringen sind, macht man Einschnitte, so wie dieß auch bei den gewöhnlichen Kunststraßen der Fall ist. Man giebt den Abhängen zu beiden Seiten eine Böschung, deren Winkel nach der Beschaffenheit der zu durchschneidenden Massen verschieden ist; lose Massen müssen, um zu stehen, einen großen, feste können einen kleinen Böschungswinkel bekommen, ja feste Gesteine können mit senkrechten Wänden durchschnitten werden. Um sehr flache und vielen Raum erforderliche Böschungen zu vermeiden, führt man auch wohl Mauern auf, die nur einen geringen Böschungswinkel zu haben brauchen oder nach einer Curve construirt sind. Längs des Fußes der beiden Abhänge führt man einen Graben zur Ableitung des Wassers. Darstellungen von solchen Einschnitten verschiedener Art findet man ebenfalls in den beiden mehrerwähnten englischen Werken.

2) Unterirdische Bahnstrecken, welche schon längst beim Canal- und Straßenbau zweckmäßige Anwendung da gefunden haben, wo die Natur der Durchführung dieser Anlage unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gelegt zu haben schien, sind in neuerer Zeit und in ganz ähnlicher Art beim Bau der Eisenbahnen benutzt worden, und bilden dieselben oft das einzige Auskunftsmittel, um das Ziel zu erreichen. — Man wählt diese Tagestrecken, Straßenstollen (Tunnels im Engl.) dann, wenn die Einschnitte zu tief werden und als solche gar nicht ausführbar sind.

Eine Hauptbedingung bei der Anlage unterirdischer Strecken ist: daß der zu durchbrechende Bergrücken sich frei erhebt, und das Terrain auf beiden Seiten desselben keine bedeutend größere Höhendifferenzen darbietet, als mit den allgemeinen Neigungsverhältnissen der Bahn verträglich ist. Diese Bedingung erledigt sich in der Regel da weniger vollständig, wo eigentliche Wasserscheiden durchbrochen werden sollen, als bei einem Durchgange einzelner Verzweigungen eines Gebirges oder scharf vortretender Köpfe an den Wänden der Flußthäler. Im ersten Falle müssen gewöhnlich vor und hinter dem Tunnel ausgedehnte Strecken tief eingeschnitten werden, selbst wenn die, fast immer zu stark ansteigenden Seitenschluchten, zur Führung der Bahn angehalten sind. Durch die Absenkung eines Thales werden aber alle Wasser, welche dem Gebiete desselben angehören, auf dem tiefsten Punkte in gleicher Ebene mit der Bahn gelöset, und es kann dasselbe nur durch starke Einschnitte neben derselben abgeführt werden. Das vortheilhafteste Verhältniß bei Durchbrechung eines Wasserscheiders ist unstreitig, wenn bei Ersteigung desselben, auf beiden Seiten Querthäler benutzt werden können, deren Ursprünge nicht auf einander zu treffen, sondern seitwärts über einander hinausreichen, so daß vermittelst eines unterirdischen

Digitized by Google

Querschlages an solchen Stellen mit der Bahn aus einem Thale in das andere, nach der entgegengesetzten Richtung abfallende, zu gelangen ist, wo dieselben noch ausreichende Breite zur Anlage weiter Bögen und ein so mäßiges Gefälle besitzen, welches lange und tiefe Einschnitte vor den Eingängen der unterirdischen Strecke entbehrlich macht.

Bei dem Entwurfe einer unterirdischen Strecke kömmt es zunächst und ganz besonders auf die Erkennung der Bodenart und die Lagerung der Schichten in dem zu durchbrechenden Rücken an, ersteres, um die Constructionsart festzustellen, letzteres um beurtheilen zu können, welchen Bezirken durch die niedrigere Lösung das Wasser entzogen wird und bis zu welcher Tiefe. Das günstigste Verhältniß bei Anlage einer unterirdischen Strecke ist ohne Zweifel, wenn dieselbe durch ganz festes Gestein geführt werden kann, welches bei der erforderlichen Breite der Ausbrechung ohne Unterwölbung steht, daher keine andere Arbeiten und Kosten verursacht, als die der Stollentreibung. Ein minder festes und klüftiges Gestein, bei welchem die Ablösung einzelner Massen befürchtet werden muß, besonders wenn es hochgeschichtet erscheint, erfordert theilweise Ausmauerung, wodurch diese Anlagen sehr vertheuert werden. Schwieriger wird der Bau schon, wenn der zu durchstechende Grund aus Lehm oder Erde besteht, welcher bei der bedeutenden Breite der Aushöhlung, Fuß vor Fuß nach allen Richtungen hin abgestreift werden muß, wodurch das Weiterbringen, die Förderung des Materials, besonders aber die Ausmauerung und Ueberwölbung auf das äußerste belästigt werden. Nur durch einen großen Kostenaufwand für Verstärkung des Mauerwerkes, ist der Mangel an einigem Zusammenhange desselben, welcher eine nothwendige Folge der vereinzelten Ausführung des Werkes ist, zu ersetzen. Am allerungünstigsten, oft vielleicht unausführbar, jedenfalls mit unglaublich hohen Anlagekosten verbunden, erscheint die Ausführung einer unterirdischen Strecke durch eine, aus Sandschichten bestehende Anhöhe. Hier häufen sich die Schwierigkeiten der Ausführung in einem solchen Maaße, und die Gefahr einer Verschüttung der Arbeiter (wie vor zwei Jahren in einem Tunnel der London-Birmingham Eisenbahn) oder eines Tagebruches liegt so nahe, daß nur die äußerste Nothwendigkeit einen solchen Versuch rechtfertigen kann.

Brauchen die Tunnels nicht sehr lang zu werden, so beginnt man sie zu beiden Seiten der Abhänge des zu durchtreibenden Bergrückens; ist ihre Länge aber bedeutend, so muß ein anderes Verfahren angewendet werden, theils um ihren Betrieb zu beschleunigen, theils um ihnen die erforderliche Luft zuzuführen, welches letztere um so nöthiger ist, damit der von den Dampfwagen entwickelte Rauch möglichst schnell aus diesen Bahnstrecken abgeführt werde. Man beginnt unter diesen Umständen den Betrieb, der stets am zweckmäßigsten von Bergarbeitern geführt wird, nicht allein von beiden Endpunkten des Tunnels, sondern senkt auch von der Gebirgsoberfläche mehre Schächte bis auf die Sohle des Tunnels ab und treibt von dem tiefsten Punkt oder dem Gefenk der Schächte aus, zu beiden Seiten der Tunnellinie, sogenannte Oerter, d. h. Stücken vom Tunnel, die alsdann zusammenfallen. So ist z. B. die 1600 Fuß lange Tagestrecke bei Oberau, auf der Bahn von Leipzig nach Dresden, von zehn verschiedenen Punkten

angegriffen, und es arbeiten dort an 240 Bergleute, die sich zu verschiedenen Malen des Tags ablösen, so daß alle 8 Stunden frische Arbeiter kommen, um eine möglichst schnelle Vollendung der Anlage herbeizuführen. Man hat zu dem Ende vier Schächte niedergebracht. — Da, wo das durchschnittene Gebirgsgestein nicht ganz fest ist, so daß es gar keiner Unterstützung bedarf, ohne Einbrüche befürchten zu müssen, muß es zuvörderst mit Holz unterstützt, oder in eine sogenannte verlorne Zimmerung gesetzt und dann, wie schon bemerkt, ausgemauert werden, wobei man am zweckmäßigsten römischen Cement als Mörtel anwendet. Man giebt der Gewölbmauer gewöhnlich eine elliptische Form und sichert auch die Sohle durch einen liegenden Bogen, in dessen Mitte, längs des ganzen Tunnels ein Canal zur Ableitung des Wassers vorgerichtet und auf welchem Schutt aufgeschüttet wird, der als Planum für die Bahn dient. Es enthalten besonders die Taf. 28 — 32 und 50 von der Railway practice recht interessante und lehrreiche Details über den Tunnelbau, auf welche, so wie auf Bd. IV unserer Bearb. von „Villefosse Mineralreichthum" (Weimar 1838), wir verweisen. — Ein Tunnel für eine einfache Bahn ist breit genug, wenn etwa 2 Fuß Raum an jeder Seite zwischen der Wagenladung und der Wand, und oben 2½ Fuß Raum zwischen der Ladung oder dem Dampfwagen und der Decke bleiben. Ist aber der Tunnel, wie es doch meistens der Fall ist, auch für den Personenverkehr bestimmt, so ist ein wenigstens 3 Fuß breiter Raum zwischen den Wänden und der Decke der Personenwagen nöthig. Die Hauptbedingung der Höhe sind die Essen der Dampfwagen, die ungefähr 12 Fuß über die Schienen erhaben sind. Der über eine engl. Meile lange Tunnel bei Liverpool, der nur zum Personenverkehr dient, ist an 24 Fuß breit und über 16 Fuß hoch.

Die Tunnels sind stets ein nothwendiges Uebel für Eisenbahnen und daher möglichst zu vermeiden. Sie sind kostbar in der Anlage, und wegen der nothwendigen Beleuchtung auch in der Unterhaltung, außerdem feucht und ungesund und wenn sie lang sind, sehr unheimlich zu befahren. —

3) Verlängerung der Bahnlinie. Dieses bei dem Bau von Landstraßen im Gebirge häufig angewendete Mittel zur Ermäßigung der natürlichen Ansteigung zwischen zwei gegebenen Punkten von sehr verschiedener Höhenlage, verfehlt niemals seinen Zweck, und nur außerordentliche Terrainschwierigkeiten können in manchen Fällen die Anwendung desselben verhindern. So lange es sich nur um eine mehr ins Allgemeine gehende Verlängerung einer Linie handelt, findet dieses Mittel ebensowohl bei Eisenbahnen als bei Landstraßen eine ausgedehnte Anwendung; soll aber dasselbe bei einzelnen zu stark ansteigenden Strecken aushelfen, dann unterliegt es großen Einschränkungen bei der Anwendung auf Eisenbahnen, wo solche Krümmungen, welche bei Landstraßen noch sehr günstig genannt werden können, den Effect außerordentlich schwächen, und die Schnellbeförderung gefährlich machen würden. Dergleichen Bahnverlängerungen werden daher nur zulässig, wenn sie auf einem so ausgebreiteten Terrain vorgenommen werden können, daß es die Entwickelung der Linie in so vielen Bögen gestattet, daß durch ihren Einfluß keine der beiden angedeuteten nachtheiligen Wirkungen hervorgebracht oder

Digitized by Google

diese doch so unbedeutend werden, daß sie nicht weiter in Betracht kommen. Je größer die Ausdehnung der Bahn zwischen zwei Punkten in Vergleich mit der sie verbindenden geraden Linie werden muß, desto mehr und stärkere Krümmungen erhält dieselbe auch, womit, außer den so eben bemerkten Nachtheilen, auch noch einige andere herbeigeführt werden. In den Krümmungen leidet eine Eisenbahn erfahrungsmäßig mehr, als auf graden Strecken, und aus diesem Grunde müssen die Schienen und die ganze Construction stärker angeordnet werden, während die Unhaltung dieser Strecken nicht minder kostspielig wird. Auch die Verlegung des Gestänges in den Krümmungen ist viel schwieriger, als auf geraden Linien, wodurch die Anlagekosten merklich erhöht werden. Die Mittel, welche gewöhnlich zur Vermeidung des nachtheiligen Einflusses der Krümmungen auf den Effect und die Sicherheit des Eisenbahntransports angewendet werden, sind in ersterer Beziehung eine konische Form der Radfelgen, wodurch die Seitenreibung beinahe ganz, die auf der Oberfläche aber größtentheils vermieden wird; in anderer, die Höhenlagerung des äußeren Schienenstranges, wodurch der Centrifugalkraft des sich im Bogen schwingenden Wagenzuges, das Gleichgewicht gehalten wird. Wir kommen später wieder darauf zurück.

4) Stehende Dampfmaschinen. Wenn der größte Theil des Gefälles einer Eisenbahn, oder einer Abtheilung derselben, auf einer sehr kurzen Strecke concentrirt erscheint, eine Verlängerung der Bahn also nicht mit vortheilhaften Neigungen oder angemessenen Krümmungen bewirkt werden kann; so bleibt die Anlage der stehenden Dampfmaschinen, vermittelst welcher die Lasten an Seilen über stark geneigte Bahnstrecken aufgezogen oder niedergelassen werden, das letzte Mittel, um eine Eisenbahn durch ein so gestaltetes Terrain zu führen. Dergleichen Anlagen sind nicht selten in Anwendung gebracht worden, und es fehlt daher nicht an Erfahrungen in Bezug auf die Bedingungen, von welchen ihre Anordnung abhängig ist.

Es läßt sich im Allgemeinen annehmen, daß die Neigungen der schiefen Ebenen mit den Längen derselben im umgekehrten Verhältniß stehen, namentlich bei den Bahnen, welche mit zum Personenverkehr bestimmt sind. Die schiefen Ebenen werden jetzt gewöhnlich doppeltgeleisig eingerichtet, und auf denselben vermittelst eines Seiles ohne Ende gefördert, so daß die eine Bahn für die aufwärtsgehenden, die andere für die niedergehenden Lasten ausschließlich bestimmt ist. Hochdruckmaschinen, welche kein, auf dem Scheitel der Bahn gewöhnlich seltenes, Condensationswasser gebrauchen, dienen jetzt vorzugsweise zur Erzeugung der bewegenden Kraft. Ob bereits Drahtseile angewendet sind, ist nicht bekannt geworden; da sie aber beim Grubenbau günstige Resultate gegeben haben, so scheinen sie auch auf schiefen Ebenen mit Nutzen eingeführt werden zu können.

Wenn nun einerseits durch Anordnung schiefer Ebenen, durch stehende Dampfmaschinen bedient, alle Terrainschwierigkeiten, sofern sie aus zu starker Neigung entspringen, überwunden werden können, so ist auf der andern Seite diese Förderungsart als sehr mangelhaft zu betrachten, und das System, bei dessen Annahme ohne sonderliche Mühe eine Bahn überall durchgeführt werden kann, als ein den jetzigen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr entsprechender Nothbehelf zu bezeichnen, namentlich wenn die Eisenbahn zum Personentransport dienen und mit Locomotiven auf derselben gefördert werden soll.

Als die Eisenbahnen nur zum Güter-, vorzugsweise zum Kohlentransport, dienten, wobei eben so wenig eine große Geschwindigkeit der Beförderung als eine absolute Sicherheit erforderlich war, bildeten die dabei häufig in Anwendung gebrachten schiefen Ebenen kein großes Hinderniß, vielmehr trugen sie dazu bei, die ersten Anlagekosten der Bahn zu ermäßigen und große Terrainschwierigkeiten zu überwinden. Die erste Eisenbahn, auf welcher sich zuerst ein bedeutender Personenverkehr gestaltete, war die Stocton-Darlingtoner; die beiden stehenden Dampfmaschinen dieser Bahn befinden sich aber am obern Ende derselben in der Nähe der Kohlengruben, und werden nicht zur Personenbeförderung benutzt, welche sich auf die untere Strecke zwischen Stocton und Darlington beschränkt. Am Ende der Liverpool-Manchester Eisenbahn wird mittelst stehender Maschinen auf zwei schiefen Ebenen gefördert, davon die mit $^1/_{48}$ geneigte nur zum Güter-, die andere mit $^1/_{90}$ ansteigende zum Personentransport dient. Beide liegen aber unterirdisch; die Förderung mit Locomotiven wurde auf Strecken von circa 6000 Fuß Länge für unzulässig gehalten, und durch die betreffende Parlamentsacte untersagt, sonst würde die Neigung von $^1/_{90}$ kein Hinderniß gewesen sein, da die Sutton-Ebene derselben Bahn, auf welcher mit Locomotiven gefördert wird, im Verhältniß von $^1/_{96}$ ansteigt. Außerdem finden sich nur einige Hauptbahnen in England, auf welchen Personen mit stehenden Dampfmaschinen befördert werden, z. B. die London-Birmingham-Bahn; dagegen sind sie auf mehren Zweigbahnen nicht selten. So findet man z. B. auf der von St. Helens-Runcorn, auf der Liverpool-Manchester-Linie, schiefe Ebenen von 100, höchstens 350 Ruthen Länge, auf welchen außer den Gütern auch Personen, aber in sehr geringer Zahl und sehr langsam befördert werden. Auf allen übrigen im Bau begriffenen oder projectirten Eisenbahnen Englands, und selbst Nordamerika's, sind die stehenden Dampfmaschinen möglichst vermieden, und durch Tunnels, Brückenleitungen und andere kostspielige Anlagen entbehrlich gemacht worden. Die Direction der Columbia-Eisenbahn ist so weit gegangen, in Vorschlag zu bringen, eine 15 englische Meilen lange Eisenbahnstrecke ganz neu zu bauen und gleichzeitig die Bahn $1\,^1/_2$ Meilen zu verlängern, nur um eine bestehende schiefe Ebene zu umgehen und eine freie Ansteigung von $^1/_{210}$ zu erlangen. Aehnliche Vorschläge sind bei der Baltimore-Ohio-Bahn gemacht worden, und zur Vermeidung einer Fahrt über die beiden schiefen Ebenen der Albany-Shenectady-Bahn wird der Bau einer besondern Bahn nach letzterm Orte beabsichtigt. Forscht man nach Gründen, welche die Anwendung der stehenden Maschinen auf schiefen Ebenen so ängstlich vermeiden lassen, und weshalb ein so großer Werth darauf gelegt wird, ihrer bei den neuern und größeren Anlagen nicht zu bedürfen, so ergiebt sich bald, daß: theils Steigerung der Förderkosten, theils Verzögerung der Fahrt und theils Mangel an Sicherheit von dieser Betriebsart unzertrennlich sind; Gründe genug, um von ihrer Anwendung abzurathen. Um die Größe und den Einfluß der eben angedeuteten Verhältnisse im Allgemeinen beurtheilen

Digitized by Google

zu können, wird eine Beleuchtung derselben ausreichen, da eine erschöpfende Critik weit über die Grenzen dieses Werks hinausreichen dürfte.

A. Steigerung der Förderkosten. — Die Unterhaltung der Maschinen, Kessel und Gebäude, besonders aber der Seile und der Rollen, auf welchen diese laufen, das Brennmaterial zur Dampferzeugung und die Bedienung der Maschine und Wagenzüge, erfordern sehr bedeutende Ausgaben, welche indessen ziemlich constant sind, und nicht in dem Verhältniß des Verkehrs anwachsen.

Diese Kosten müssen aber nichts desto weniger von den Transportmassen getragen werden, und in sofern wirken diese Anlagen allerdings auf Vermehrung der Förderkosten. Für den Gebrauch der schiefen Ebenen wird daher auf den Eisenbahnen eine besondere Abgabe erhoben, welche, auf preußisches Gewicht und Geld reducirt, z. B. auf der Stocton-Darlington- und der Edinburgh-Dalkeith-Bahn 6 Pfennige, und auf der Bolton-Leigh-Bahn, aufsteigend 8, niedergehend 3, im Mittel 5½ Pfenning für den Centner beträgt. Eine so bedeutende Abgabe von einer großen Transportmasse erhoben, würde aber in den meisten Fällen, capitalisirt, die Anlage einer weit vorzüglicheren Bahn ohne dergleichen Maschinen gestattet haben.

B. Verzögerung der Fahrt. — Die Natur der Sache bringt es mit sich, daß auf schiefen Ebenen nur mit geringer Geschwindigkeit gefördert werden kann, und auf einer der besten, der St. Helens-Runcorn-Bahn werden Güter mit 10 Fuß, Passagiere nur mit 5 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde befördert.

Um eine z. B. 500 Ruthen lange schiefe Ebene zu passiren, ist demnach ein Zeitraum erforderlich von 20 Minuten

Die Zeit zur Umwechslung der Pferde mit der Maschinenbespannung, Signalisirung, beträgt gewöhnlich . . . . . 4 Minuten

Desgleichen bei der Umwechslung nach Ersteigung der Ebene . . . . . 3 Minuten

zusammen 27 Minuten

was etwa 4 Fuß in der Secunde giebt.

Gegen die Pferdeförderung im Schritt wird daher noch ein kleiner Zeitraum erspart; eine Locomotive würde aber in der Zeit den dreifachen Weg zurückgelegt haben, abgesehen davon, daß durch die, schon lange vor Erreichung der schiefen Ebene nothwendig werdende Abnahme der Geschwindigkeit ein Zeitverlust entsteht.

Bis jetzt wird auf den schiefen Ebenen der Liverpooler-Bahn gleichzeitig keine größere Last als von 500 Centner gehoben, wobei doch das Seil häufig zerreißt; sobald daher der Zug mehr als dieses Gewicht hat, wird er schon in zwei Abtheilungen gebracht, welche abgesondert befördert werden. Ein solcher Zug gebraucht also die doppelte Zeit, was etwa 2 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde für die ganze Beförderung giebt, also schon bedeutend weniger, als die des Pferdes im Schritte.

Der wichtigste Einwurf gegen stehende Dampfmaschinen auf Eisenbahnen zum allgemeinen Verkehr ist aber:

C. der Mangel an Sicherheit. — Den Verkehr im Allgemeinen betreffend, sieht man leicht, daß derselbe auf der ganzen Bahn unterbrochen wird, wenn ein Theil der Maschine, oder des sehr complicirten Zubehörs, defect wird, ein Fall, der beim ausschließlichen Dampfwagen- oder Pferdebetrieb nicht vorkommen kann, weil durch bereit stehende Reservemaschinen oder Pferde jede Stockung verhindert oder sofort beseitigt werden kann.

Das Zerreißen des Zugseiles, an welchem die Lasten aufgezogen oder niedergelassen werden, ist der am häufigsten vorkommende, wie der verderblichste Unfall auf schiefer Ebene. Die, im Jahre 1834 auf der Columbia-Philadelphia und der Alleghany-Portage, im Jahre 1835 auf der St. Etienne-Bahn, durch das Zerreißen der Zugseile herbeigeführten Unfälle, zeigen nicht weniger als die, von dem Dr. Lardner in den Evidences zum Great Western Railway, angegebene Thatsache, wie das Seil der großen Liverpooler, mit ½₀ geneigten schiefen Ebene, öfters, ja in einer Woche zweimal gerissen ist, und die hinunterlaufenden Wagen ganz zerschellt worden sind, was man bei einem solchen Vorkommen zu erwarten hat. Und demnach ist es äußerst schwierig, bei so langen Seilen eine schwach gewordene Stelle aufzufinden, und fast unmöglich, zu beurtheilen, wann es Zeit ist, ein Seil, welches bis zum letzten Augenblick seines Gebrauches die vollkommenste Sicherheit gewähren muß, mit einem neuen zu vertauschen. Zerreißt das Seil beim Aufgange der Last, so kommt der Zug einen Augenblick zum Stillstande, und rollt dann mit Beschleunigung zurück. Bei genauer Beobachtung und Geistesgegenwart des Führes, kann, wenn die schiefe Ebene nicht zu lang oder zu stark geneigt ist, durch Bremsung oder andere Hülfsmittel die Gefahr abgewendet werden; beim Niedergange aber, wo der Zug schon eine gewisse Geschwindigkeit in der Richtung des Falles hat, bleiben alle Hülfsmittel gänzlich erfolglos, so viel Vorschläge auch gemacht worden sind, um unter solchen Umständen das Wachsen der Geschwindigkeit zu verhindern.

Mit dem Zerreißen des Seiles gleich gefährlich ist der Bruch oder die Auflösung eines Verbindungsgliedes der den Zug bildenden Wagen, unter sich oder mit dem Seile. Das plötzliche Zerbrechen eines Theiles der Maschine oder ihrer Verbindung mit dem Seile ist in sofern weniger gefährlich, als in einem solchen Falle, wenn die große Bremse an der Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, der Zug zum Stillstand gebracht, oder doch die Beschleunigung desselben aufgehoben werden kann. Bei der größten Vorsicht in der Anordnung und der Beaufsichtigung, ist immer noch das allergenaueste Zusammentreffen der Wirksamkeit verschiedener, oft sehr weit von einander entfernter Personen unbedingt erforderlich, um Sicherheit zu verbürgen, während durch eine Unachtsamkeit, einen Irrthum oder Verwechselung der Signale das Leben und die Gesundheit vieler Menschen aufs Spiel gesetzt wird. — Auf die Anordnung der schiefen Ebenen oder Bahnrampen und ihre spezielle Beschreibung, kommen wir weiter unten, bei den Transportmitteln, zurück.

Digitized by Google

Zweites Capitel.

Von den Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung im Allgemeinen, so wie von den Bedingungen einer guten Eisenbahn-Construction.

Man unterscheidet, in Beziehung auf das Material, aus dem die Eisenbahnschienen dargestellt werden, guß- und schmiedeeiserne, die wir beiderlei zuvörderst im Allgemeinen betrachten und dabei auch von ihrer Form reden wollen.

Gußeiserne Schienen. — Vor dem Jahre 1810 kannte man nur gußeiserne Schienen, jedoch werden sie jetzt nach und nach durch die gewalzten gänzlich verdrängt werden. Unter gewissen Umständen, da wo Gießereien in der Nähe, Walzwerke mit Vorrichtungen zur Anfertigung der Schienen aber entfernt sind, oder wenn man bei Hüttenwerken selbst Schienenwege anlegen will und dann das Roheisen, welches zu Schienen vergossen wird, nicht zu berechnen braucht, ferner bei temporären Eisenbahnen, bei großen Bauen ꝛc., haben freilich die gußeisernen Schienen häufig den Vorzug vor den gewalzten.

Die Anfertigung der gußeisernen Schienen hat keine Schwierigkeiten und kann in jeder Gießerei durch Ladenguß ausgeführt werden. Man muß dazu gutes graues und kein weißes oder halbirtes, brüchiges Roheisen nehmen. Die Formen sind sehr verschieden. In Bergwerken und auch zur Tageförderung bei Berg- und Hüttenwerken, haben sie gewöhnlich einen rechteckigen Durchschnitt, wie Fig. 10, Taf. XLV, und sind häufig mit Laschen versehen, mittelst denen sie an die hölzernen Stühle aufgenagelt sind. Eine andere Form ist die Fig. 7 und 8, Taf. XLV, abgebildete; sie ist bei mehreren bedeutenden Eisenbahnen angewendet, z. B. bei der Darlington-Bahn. Je höher die Verstärkungsrippe gemacht wird, oder je stärker die Kurve derselben ist, um so größer wird auch deren Tragkraft sein, um so bedeutender aber auch das Gewicht der Schiene. Die Breite der Schienen und der aufrechtstehenden Rippe derselben, worauf es hier wesentlich ankommt, kann nämlich bei der Ausführung von Gußeisen nicht füglich geringer als $^1/_2$ Zoll genommen werden, weil es bei schwächern Dimensionen durch die zu schnelle Abkühlung an den Wänden der Form weiß und spröde wird. Es ist hierdurch eine Gränze gegeben, welche namentlich bei Schienen, deren Gewicht überhaupt nur gering sein soll, die weitere Vermehrung der Tragkraft durch größere Höhe der Verstärkungsrippe bedingt. Um diesem Uebelstande zu begegnen, schlägt der Herr Geheime-Oberbergrath von Dechen in Berlin (Karsten's Archiv f. Mineralogie ꝛc. VI, 390 ꝛc.) vor, die aufrechtstehende Rippe nicht voll, sondern durchbrochen zu gießen, so daß dieselbe aus einer untern, nach der Ellipse geformten Leiste und aus senkrechten Trägern besteht, die in gleichen und angemessenen Entfernungen die obere Leiste oder eigentliche Schiene unterstützen. Fig. 9, Taf. XLV, giebt eine Abbildung von solch einer gußeisernen Schiene. Die Eisenstärke in der untern bogenförmigen Leiste und in den senkrechten Trägern kann hierbei bis auf $^1/_2$ Zoll vermindert werden, und dennoch ist die ganze Fläche des Querschnittes, bei einer beträchtlichen Höhe nicht größer, als bei den vollgegossenen Schienen, welche eine viel geringere Höhe haben. Hr. v. Dechen ließ solche Schienen gießen und unterwarf ihre Tragkraft einer strengen Prüfung, die sie sehr gut bestanden, indem sie bei gleichem Gewicht und gleicher Länge viel größere Lasten tragen können, ehe sie brechen, als die vollgegossenen Schienen. Wir kommen weiter unten auf die Tragkraft dieser Schienen zurück.

Es haben dieselben außerdem in der Anwendung noch folgende Vorzüge vor den vollgegossenen voraus.

1) Sie können ohne eine beträchtliche Vermehrung des Gewichts, auf eine Längeneinheit bezogen, beträchtlich länger gemacht werden, als die vollgegossenen Schienen, deren Gewicht bei größerer Länge (als $3^1/_2$ Fuß) sehr rasch zunimmt. Hierdurch wird eine wesentliche Ersparung, sowohl an den gußeisernen Stühlen als auch an den Materialien herbeigeführt, worauf diese Stühle befestigt werden und welche, namentlich bei Fundamentalsteinen, sehr kostbar ausfallen.

2) Dieselben brauchen nicht so hoch über die Bahn, worauf die Pferde gehen, gehoben zu werden, als die vollen Schienen, weil das Wasser von der Bahn einen ungehinderten Abfluß zwischen den senkrechten Trägern und unter der obern Leiste der Schienen findet, und dieser Umstand führt zu einer neuen Ersparung an dem Gewichte der gußeisernen Stühle, durch welche diese Erhöhung hervorgebracht werden muß, und vermindert auch den Nachtheil, der aus einer Verengung der Bahn durch die Fundamentsteine herbeigeführt wird. Hiernach würde diese Schienen-Construction sehr zu empfehlen und gleich im Großen ausführbar sein, wenn nicht der Umstand, daß der mittlere Theil der untern Leiste dabei nothwendig in den Boden zu liegen kommt, besonders im Winter, wo dieser letztere friert, das Bedenken erregte, daß dadurch der Haltbarkeit dieser Schienen ein wesentlicher Nachtheil zugeführt werden könnte. Dennoch würden Versuche mit denselben sehr wünschenswerth sein. Sie haben bei einer Länge von 6 Fuß im Gießen keine Schwierigkeiten verursacht und wogen 37 Pfund, waren in der Mitte 6 Zoll hoch, und die Oeffnung im Lichten $5^1/_2$ Zoll weit, wogegen 3 Fuß lange und 3 Zoll hohe Schienen, von der Form Fig. 7 und 8, Taf. XLV, 18,3 Pfund wiegen.

Gewalzte eiserne Schienen. — Wegen des harten Ganges der Fuhrwerke auf den gußeisernen Schienen, wegen ihrer starken Abnutzung und wegen des häufigen Zerbrechens derselben, fiel man darauf, die Schienen von Stabeisen auszuwalzen. Die ersten Versuche damit mißlangen; aber schon 1810 kam diejenige Gestalt der Schienen auf, welche im Allgemeinen noch jetzt gebräuchlich ist. Die Art und Weise ihrer Fabrikation ist im Th. II, Abth. 1, Sp. 385, angegeben worden.

Die gußeisernen Schienen haben gegen gewalzte im Allgemeinen folgende Nachtheile:

1) brechen sie leichter als diese;

Digitized by Google

2) darf man sie nicht länger machen als von einem Stützpunkte bis zum nächsten, d. h. höchstens 4 — 6 Fuß, weil das Gußeisen zu wenig biegsam ist, als daß sich eine daraus gemachte Schiene auch zwischen den Endpunkten unterstützen ließe. Die Stöße, welche so bei dem Zusammensetzen zweier Schienen entstehen, sind also bei den kurzen Schienen häufiger. Die gewalzten Schienen dagegen können 15 Fuß lang sein, und es finden daher auf solch einem Schienenwege weit weniger Wechsel der einzelnen Schienen statt; ein sehr wesentlicher Vorzug, wodurch die Bewegung der Lastwagen, mehr wie man auf den ersten Blick glauben sollte, erleichtert und gleichförmig gemacht wird.

3) Das Gußeisen ist zwar auf der Oberfläche sehr hart, jedoch nur in der geringen Dicke seiner durch Abschreckung erlangten Rinde; ist dieselbe abgenutzt, so widersteht das Innere sehr ungleich und wird bald rauh.

4) Gewalzte Schienen lassen sich leicht ein wenig biegen und es können daher mit denselben die Biegungen des Schienenwegs, wo dieselben erforderlich sind, weit regelmäßiger hergestellt werden, als dies mit gußeisernen Schienen möglich ist.

5) Die gewalzten Schienen können weit sicherer befestigt werden, als dies bei gußeisernen möglich ist; auch dürfte die Reibung auf denselben geringer, wie auf letztern sein.

6) Endlich sind die gewalzten Schienen wohlfeiler, als die gußeisernen, indem der laufende Fuß von letztern bei gleicher Tragkraft im Durchschnitt doppelt so schwer sein muß, als von erstern. Besonders ist dies im höhern Grade für England der Fall, wo die gewalzten Schienen immer 40 bis 45 Procent wohlfeiler sind, als in Deutschland.*

Der Form nach unterscheidet man bei den gewalzten eisernen Schienen zuvörderst eigentliche Kantenschienen, von der Form eines T, oder eines doppelten, T und flache, sogenannte amerikanische, die aus einem gewöhnlichen starken Eisenstabe bestehen, der auf die breite Seite auf hölzerne Balken gelegt wird. Hin und wieder, z. B. in einigen Bergwerken, stellt man die gewöhnlichen Eisenstäbe auch auf die hohe Kante in Einschnitte, welche in hölzernen Querbalken gemacht worden sind. Wir kommen auf die speziellere Betrachtung der verschiedenen Formen zurück. Bei den eigentlichen Kantenschienen unterscheidet man zuvörderst zwei Classen, Bauchschienen oder fischbäuchige Schienen (fish-bellied-edge-rails, englisch) Fig. 5, Taf. XLV, oder solche von gleicher Höhe, oder parallele Schienen (parallel edge-rails) Fig. 6. Wir werden die Vortheile und Nachtheile beider Arten weiter unten vergleichen und bemerken nur noch, daß wie man aus den Tafeln XLIII—XLIV ersehen kann, und wie wir weiter unten spezieller erklären werden, die Querschnitte der Schienen sehr verschieden sind. Jetzt wenden wir uns erst zu der Tragkraft der Schienen.

* Es rührt dieß daher, weil das Eisen in England im Allgemeinen wohlfeiler als in Deutschland ist und weil in letzterm erst sehr wenige Walzwerke zur Fabrikation von Schienen existiren. Entstehen aber erst mehr Eisenbahnen in Deutschland, so wird es auch nicht fehlen, daß sehr bald Walzwerkanlagen dort entstehen, wo die Schienen gebraucht werden und dann werden die gewalzten Schienen auch bei uns wohlfeiler werden.

Gußeiserne Schienen wurden von Hrn. v. Dechen* und von dem Prof. Dr. Egen in Elberfeld,* neuerlich sehr genauen Prüfungen unterworfen. Sämmtliche Schienen sind, wie sich das freilich von selbst versteht, Stabschienen und beiderlei sind nach dem weiter oben beschriebenen und in Fig. 9, Taf. XLV, abgebildeten Prinzip gegossen, nämlich die elliptische Verstärkungsrippe ist nicht voll, sondern durchbrochen. Die Schienen, welche der Erstere untersuchte, waren aus, im Kupolofen umgeschmolzenem Koaksroheisen gegossen. Sie wurden an den beiden Enden eingespannt und auf ihre Mitte wirkte der kurze Arm eines Hebels, dessen langer mit Gewichten beschwert wurde. Eine 3 Fuß lange, 2,43 Zoll hohe, ganz gerade und 18,73 Pfund (preuß. Maaß und Gewicht) wiegende Schiene, zerbrach durchschnittlich, bei wiederholten Versuchen, durch ein Gewicht von 3350 bis 4150 Pfund; eine eben so lange, in der Mitte 3 Zoll hohe, unten aber mit einer Verstärkung versehene Schiene von 18,35 Pfd. Schwere, zerbrach bei 4600 bis 6000 Pfund. Eine 6 Fuß lange, in der Mitte 6 Zoll hohe, 37,22 Pfund wiegende Schiene mit durchbrochener Verstärkungsrippe zerbrach bei 4300 bis 5300 Pfund. Die Tragkraft stieg in dem Verhältniß, je schwerer die Schienen gemacht wurden.

Die von Herrn Egen untersuchten Schienen waren aus, im Kupolofen erblasenem, sehr gutem Eisen gegossen und hatten ebenfalls eine durchbrochene Verstärkungsrippe; sie waren 36 Zoll lang und wogen 40,25 Pfund. Sie wurden an beiden Enden in Stühle eingespannt. Um die Schienen zu belasten, bediente sich Hr. Egen eines gegen 10 Fuß langen und sehr starken zwei-, aber ungleicharmigen Hebels, der mit dem kurzen Arm auf die Schiene drückte. Zur Messung der Biegungen wurde eine Cylinderlibelle benutzt, die bei einer Secunde Neigung noch einen merklichen Ausschlag giebt. Aus den Versuchen folgt: 1) daß bis zu einer Belastung der Schiene von 5000 Pfd. die Durchbiegung den Belastungen völlig proportional ist; 2) daß über diese Belastung hinaus die Durchbiegung in einem stärkern Verhältniß zunimmt, als die Belastung; 3) daß die Elasticitätsgränze demnach bei diesen Schienen bei 5000 Pfund Belastung liegt, welche 3,7 mal so gering ist, als die, wobei der Bruch erfolgt. Fehlerfrie Schienen können also 5000 Pfund Belastung mit aller Sicherheit tragen. Ruhen die vierräderigen Eisenbahnwagen auf Federn, so darf ihr Gewicht für diese Schienen 20,000 Pfund betragen, ohne Federn aber nur die Hälfte. 4) Die Durchbiegungen fielen, wenn eine Reihe von Belastungen vorhergegangen war, wobei die Elasticitätsgränze überschritten wurde, bei der folgenden Reihe von Belastung stärker aus. Eine Belastung über die Elasticitätsgränze hinaus, schwächt daher die Festigkeit der Schienen. — Hr. Egen meint, daß unmittelbar aus dem Hohofen gegossene Schienen um etwa 10 pCt. schwächer ausfallen, dennoch aber mit aller Sicherheit 160 Centner schwere Wagen mit Federn tragen würden. Aus dem Kupolofen gegossene

* v. Dechen, Versuche über die Tragkraft gegossener eiserner Schienen, in Karsten's Archiv, 2. Reihe, VI, 370 ꝛc.

** Egen, Versuche über die Tragkraft gußeiserner Bahnschienen, in den Verhandlungen des preußischen Gewerbevereins, 1836, 3. Lieferung, 116 ꝛc.

Digitized by Google

Schienen würden nämlich immer theurer sein, als die aus Hohofen-Roheisen dargestellten. — Hr. Egen ist ferner der Meinung, daß gußeiserne Schienen vor ihrer Benutzung einer Probe unterworfen werden müßten. Geht man bei dieser Probe über 5000 Pfund Belastung hinaus, so wird die Schiene durch sie geschwächt und zwar um so mehr, je weiter man diese Gränze überschreitet. Will man aber bei nur 5000 Pfund Belastung die volle Tragkraft der Schiene sicher kennen lernen, so muß ihre Durchbiegung beobachtet werden.

Gewalzte eiserne Schienen. Ueber diese hat Hr. Egen ebenfalls eine Reihe von interessanten Versuchen angestellt, die in doppelter Art ausgeführt worden sind.* Zuerst ist die Tragkraft auf der Bahn selbst untersucht, wobei sie in der Lage waren, worin sie beim Gebrauch die Lasten zu tragen haben. Diese Versuche bieten außer den gewöhnlichen Schwierigkeiten, welche die genaue Bestimmung von so geringen Durchbiegungen bei sehr bedeutenden Belastungen mit sich führen, noch besondere dar, die nicht viel geringer sind und welche solche Versuche bisher verhindert haben mögen. Als Gegenversuch ist dann noch ferner die Tragkraft der Schienen, auf die gewöhnliche Weise, einer genauen Prüfung unterworfen. Die Durchbiegungen der Schienen sind durch Neigungswinkel gemessen. Das Prinzip dieser Messungsweise besteht darin, daß die Durchbiegung der Schienen einer, um eine feste Axe beweglichen Ebene diejenige Neigung mittheilt, deren Sinus der Durchbiegung proportional ist. Die Neigungen werden durch ein eigenthümliches Nivellirinstrument gemessen, welches die Winkel auf 12 Secunden zuverlässig genau angiebt und woraus die Durchbiegungen selbst mit großer Genauigkeit gemessen werden können.

Die auf der Elberfelder Probebahn angewendeten Schienen waren von Newcastle am Tyne in England bezogen; sie waren theils bauchig, theils parallel. Jede Schiene ist durchschnittlich 15 engl. Fuß lang; doch kommen Ungleichheiten von 4 bis 6 Zoll Länge vor. Die Enden sind glatt abgeschnitten, dann die Schienen mit seitwärts übergreifenden Enden. — Fig. 10, Taf. XLIV, (lap joints) werden in England jetzt selten angewendet und sind theurer als die andern. Die gebrauchten Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 Rheinl. Linien, eine Kopfdicke von 10 L., die größte Tiefe betrug 42,8, die kleinste 34 Linien, die Dicke des Mittelstückes betrug 6,6, die Dicke der Rippe 9,8 Lin., die Länge einer Schienenabtheilung 34,98 Zoll, das Gewicht derselben 31,7 cöln. Pfund. Die parallelen Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 und eine Kopfdicke von 10 Lin., eine Tiefe von 44,8 Lin., das Mittelstück war 7,2 und die Rippe 12,2 Lin. stark, die Länge einer Schienenabtheilung betrug 35,84 Zoll und ihr Gewicht 35,3 Pfund.

Die Belastung der Schienen geschah durch die Wagen selbst. Die Wagen wurden mit 8000 Pfund Steinen beladen, die möglichst gleichförmig in den Kasten vertheilt wurden. Da die Wagen sehr regelmäßig und nach allen Seiten symmetrisch gebaut sind, so kann man annehmen, daß jedes Rad die Schiene mit $^1/_4$ des Gesammtgewichts belastet habe. Daß die Schienenflächen nicht genau parallel waren, übte nur einen geringen Einfluß aus, indem die Wagenkasten und Gestelle leicht so viel nachgeben, um diese Unregelmäßigkeiten ausgleichen zu können. Jedes Rad übte einen Druck von 2510 Pfund aus. Da aber die Radmittelpunkte 42 Zoll von einander abstehen, so kann jede Schienenabtheilung nur mit einem Rade belastet werden. Es wurde bei den Schienen die erste und dritte oder mittlere Abtheilung in ihrer Tragkraft untersucht. Das Hauptresultat dieser Versuche ist Folgendes:

Länge. Zolle.	Depression im Winkel. Minuten.	Depression in der Linie. Linien.	Depression 1000 Pfd. Last für das Rad. in der Ruhe, Linien.	Depression 1000 Pfd. Last für das Rad. in der Bewegung; Linien.
Gebauchte Schienen . . 30,95	15,85	0,470	0,189	0,216
Parallele Schienen 30,70	15,38	0,456	0,187	0,217

Hr. Egen zieht aus diesen Betrachtungen die folgenden Hauptresultate:

1) Auf der Bahn drücken sich auch die Stühle und Steine um eine sehr merkliche Größe nieder; diese Senkung verschwindet aber vollständig nach Aufhebung des Drucks.

2) Bei den gebauchten Schienen drückt sich die Mitte der ersten Abtheilung stärker nieder, als die Mitte der dritten Abtheilung; bei den parallelen findet das Umgekehrte statt.

3) Die Durchbiegungen betragen durchschnittlich 16 pCt. mehr für den sich bewegenden, als für den ruhenden Wagen.

4) Die beiden Arten von Schienen scheinen auf der Bahn durchaus gleiche Stärke zu haben, welche Ansicht auch in England die gangbare ist. Da nun für gleiche Länge das Gewicht der Parallelschienen, 11,1 Procent mehr als das der gebauchten Schienen beträgt; da beide Arten von Schienen sich gleich gut auswalzen lassen; da ferner die gebauchten Schienen besser in den Stühlen befestigt werden können, als die Parallelschienen, so scheint der Vorzug der gebauchten entschieden. Die Parallelschienen haben allerdings den Vorzug, daß, sollten sie in einem Theil der Bahn für zu schwach befunden werden, man sie dadurch beträchtlich verstärken kann, daß man ihnen 6 statt 5 Unterstützungspunkte giebt, wodurch also eine kostbare Auswechselung solcher zu schwacher Schienen unnöthig würde.

Um nun noch die Tragkraft der Schienen möglichst genau und rein von allen fremden Einflüssen zu bestimmen, ließ Hr. Egen eine gebauchte und eine parallele Schiene,

* Verhandl. des preuß. Gewerbevereins, 1835, 3. Lief., S. 121 u. Sehr interessante Angaben und Formeln über die Berechnung des Widerstandes und die vortheilhafteste Gestalt von Eisenbahnschienen findet man in v. Helm's trefflichem Werke über „Gleichgewicht und Bewegung gespannter elastischer fester Körper" (Stuttgart, 1838) S. 578 u. ff.

Digitized by Google

die beide keine sichtbaren Mängel hatten, von der Bahn wegnehmen, auf einen eichenen Balken Stühle nageln, und in diese die Schienen genau so befestigen, wie dies auf der Bahn selbst geschieht. Von jeder Schiene wurde die Tragkraft jeder der fünf Abtheilungen untersucht. Es wurde nämlich auf die Mitte der zu untersuchenden Schienenabtheilungen ein eisernes, dreiseitiges 1½ Zoll langes Prisma gelegt, auf welches der mittlere Kraftpunkt eines starken Hebels drückte. Der Hebel griff hinten unter die Schneide eines festen Prismas, und vorn hing an ihm ein Wagebalken, der die genau abgeglichenen Gewichte aufnahm. Wir theilen wiederum die mittlern Resultate einer ganzen Reihe von Versuchen mit. Die mittlere Durchbiegung betrug nämlich bei folgenden Belastungen:

	Bei gebauchten:	bei parallelen Schienen:
von 4000 Pfund	0,0671 Linien	0,0574 Linien,
„ 5000 „	0,0681 „	0,0571 „
„ 8000 „	0,0711 „	0,0532 „
„ 10000 „	0,0713 „	0,0522 „
„ 12000 „	0,0726 „	0,0535 „
„ 14000 „	0,0704 „	0,0557 „
Bleibende Biegung nach dem Maximum der Belastung . .	0,060 „	0,079 „

Hr. Egen ist durch die Versuche zu folgenden Bemerkungen geführt:

1) Die Parallelschienen erscheinen in dem Verhältniß von 4 : 5 stärker, als die gebauchten. Das Gewichtsverhältniß ist = 12 : 13. Die Parallelschienen erscheinen also hier in einem größern Verhältniß stärker, als sie gegen die gebauchten Schienen schwerer sind. Die Ursache liegt in der Gestalt des Querschnitts der beiden Schienenabtheilungen. Bei einer zweckmäßigen Anordnung desselben werden die gebauchten Schienen ihren Vorzug auch hier behaupten.

2) Die bleibenden Durchbiegungen der Schienen sind geringer bei den gebauchten Schienen, selbst wenn man die stärkere Belastung derselben in Betracht zieht. Dieser Umstand ist für die Anwendung sehr wichtig.

3) Bei welcher Belastung die bleibenden Durchbiegungen ihren Anfang nehmen, ist schwer, vielmehr gar nicht zu entscheiden. Die Gränze wird um so enger, je schärfer die Beobachtungsmethoden sind, und man kann immer nur davon sprechen, wo die merklich bleibenden Durchbiegungen aufhören. Wenn aber auch bei einer einzelnen Belastung die bleibende Durchbiegung unmerklich bleibt, so kann sie leichter bei oft wiederholten, oder lange andauernden Belastungen merklich hervortreten.

4) Die untersuchten Schienen sind unstreitig stark genug, um häufig wiederholte Belastungen von 3000 und einzelne Belastungen von 8000 Pfund und mehr für ein Rad zu tragen. Sie werden also für Eisenbahnen mit Pferdebeförderung in allen Fällen eine hinlängliche Tragkraft haben. Wenn aber Dampfwagen von 8 bis 9 Tonnen Gewicht auf den Schienen laufen sollen, so dürften sie etwas zu schwach sein, wie auch die Schienen auf der Liverpool- und Manchester-Eisenbahn von 35 Pfund Gewicht das Yard bewiesen haben.

5) Bei den gebauchten Schienen sind die mittleren Abtheilungen entschieden stärker, als die äußern, und der Unterschied ist ziemlich bedeutend. Bei den Parallelschienen tritt ein solcher Unterschied gar nicht hervor. Auf eine Vergleichung der Bauch- und Parallelschienen kommen wir zurück.

Eine andere Reihe vorzüglicher Untersuchungen über die Tragfähigkeit der gewalzten Schienen, wurde von dem berühmten englischen Mechaniker P. Barlow — an der Militärakademie zu Woolwich — * im Auftrage der Directoren der London-Birmingham-Eisenbahn angestellt. Die Tragfähigkeit des Eisens bei einer ruhenden Belastung kann als durch die bisherigen Versuche ermittelt angenommen werden; es bleibt aber noch die Einwirkung bewegter Massen zu bestimmen übrig. Die Ansichten der Praktiker über diesen Punkt waren sehr verschiedenartig und getheilt. Versuche wurden daher nothwendig. Zu diesen wurde ein Deflectometer verwendet, welcher in 10facher Vergrößerung die Biegung angab, welche die Schienen erlitten. Das erste Deflectometer besteht aus einem ungleicharmigen geraden Hebel, welcher in Stahlspitzen läuft und einen Index, der sich auf einem starken gekrümmten Draht befindet, vorschiebt; ein zweites, für die Beobachtung bequemer eingerichtetes, besteht aus einem Winkelhebel, dessen längerer Arm einen Vernier fortbewegt, welcher sich auf einem Kreisbogen befindet.

Bereits bei den ersten vorläufigen Versuchen mit diesem Deflectometer ergab sich, daß während ein Wagenzug über die Schienen herging, die Wirkung eines jeden einzelnen Rades auf die Schienen beobachtet werden konnte, daß diese Wirkung, wo die Schienen gut gelegt waren und die Wechsel und Blöcke sich in Ordnung befanden, innerhalb ziemlich enger Gränzen blieb, daß hingegen da, wo die Schienen nicht in einer Ebene lagen oder andere Unregelmäßigkeiten vorhanden waren, bisweilen Biegungen eintreten, welche die doppelte Größe der erstern erreichen.

Auf der Grand-Junction-Eisenbahn liegen Schienen, welche auf 1 Yard oder 3 engl. Fuß 62 Pfund wiegen (s. Fig. 4, Taf. XLVI); die mittlere Entfernung der Stühle beträgt dabei 3½ Fuß. Vorzugsweise wurden die Stühle auch bei 5 Fuß Entfernung gelegt, wodurch im erstern Falle ½, im zweiten ⅔ der Stühle und Unterlagen erspart werden. Hierbei wurden die Versuche in dem Einschnitte von Wavertreehill angestellt, der Felsengrund hat und wo die Unterlagen so fest als möglich sind.

Bei dem Uebergange des Dampfwagens Speedwell, bei einer Geschwindigkeit von 20 Engl. Meilen in der Stunde (27½ Fuß Pr. in der Secunde) und einer mittleren Entfernung der Unterlagen von 3½ Fuß von einander, wurde eine Biegung im Mittel von 0,0408 Zoll beobachtet.

Bei dem Uebergange des Dampfwagens Swistsure, dessen Gewicht auf den Triebrädern 5 Tonnen, 16 Centner beträgt, bei einer Geschwindigkeit von 20 Engl. Meilen in der Stunde, betrug die Biegung im Mittel 0,0380 Zoll. Bei demselben Dampfwagen, der aber mit einer sehr geringen Geschwindigkeit bewegt wurde, betrug die Biegung im Mittel 0,027 Zoll. Die Biegung eines Mittelstücks der Schienen, wenn der Wagen in Ruhe darauf lastete, beträgt 0,04 Zoll.

* Mitgetheilt von Hrn. v. Dechen in Karsten's Archiv, 2. Reihe, Bd. 9, S. 516 ff.

Digitized by Google

Die durchschnittliche Biegung beträgt daher nach den gefundenen Mittelwerthen 0,0353 Zoll. In Woolwich wurden die Biegungen dieser Schienen bei ruhenden Lasten näher untersucht. Parallele Schienen mit doppelter Leiste (I); Gewicht 62 Pfund pro Yard; Fläche des Querschnitts 6 □ Zoll, Höhe 4½ Zoll; mittlere Biegung mit 11 Tonnen Belastung 0,055 Zoll.

Die mittlere Biegung für 1 Tonne Belastung bei einer leichten Entfernung der Unterlagen von 33 Zoll ergiebt sich zu ungefähr 0,015 Zoll; und daher für 3 Tonnen zu 0,015 Zoll. Da sich nun die Biegungen (die Pfeile oder Höhen der Bogen) zu einander, wie die Kubikzahlen der Entfernungen je zweier Unterlagen verhalten, so folgt daraus bei einer leichten Entfernung der Unterlagen von 42 Zoll (45—3 Z.) eine Biegung von 0,0314 Z. bei 3 Tonnen Belastung. Die Biegung während des Ueberganges des Dampfwagens betrug nach dem Obigen 0,0353 Z., woraus hervorgeht, daß die Biegungen, welche eine ruhende Last, und eine mit beträchtlicher Geschwindigkeit auf den Schienen bewegte gleiche Last hervorbringen, nicht wesentlich von einander abweichen, und daß eine jede Schiene nur von dem halben Gewichte eines Räderpaares gedrückt wird.

Dieselben Schienen zeigten bei einer mittleren Entfernung der Unterlagen von 5 Fuß, bei dem Uebergange des Dampfwagens Swinburne mit einer Geschwindigkeit von 22 Engl. Meilen in der Stunde (30½ Fuß Preuß. in der Secunde), im Durchschnitt 0,070, bei einer größern Geschwindigkeit 0,090 Z. Biegung.

Der Durchschnitt der Biegung für die Mittelstücke einer solchen Schiene stellt sich hiernach auf 0,089 Zoll, und berechnet man die Biegung aus denen, welche bei denselben Schienen für ruhende Gewichte ermittelt sind, so erhält man 0,079 Zoll. Die Biegungen der Endstücken einer Schiene sind etwa nach den letzten Versuchreihen um 40 Procent größer, als bei den Mittelstücken; doch rührt dieß nicht allein davon her, daß sie weniger Tragfähigkeit besitzen, sondern zum Theil davon, daß die Stühle und Blöcke lose sind.

Versuche mit einigen andern Schienenarten gaben folgende Resultate:

Dublin- und Kingston-Parallel-Schienen, Gewicht 45 Pfund auf 1 Yard, mit einer Verstärkung an der untern Kante, Entfernung der Unterlagen 3 Fuß, mit Vertical-Keilen befestigt; Höhe des Querschnitts 3½ Z. Die Biegung bei dem Uebergange des Dampfwagens Swinburne betrug am Endstück im Mittel 0,114 und bei dem Mittelstück 0,120 Z. Da wo Stöße des Wagens stattfanden, betrug die Biegung beinahe das Doppelte von der gewöhnlichen, bei einem ruhigen Gange des Wagens erfolgenden. Die Unterlagen und Stühle waren bei diesen Versuchen fest; die Vertical-Keile bedürfen jedoch nach der Angabe der Arbeiter einer fortdauernden Aufmerksamkeit.

Fischbauchschienen von Stephenson, Gewicht 43½ Pfd. auf 1 Yard; die Unterlagen 3 Fuß von einander entfernt, die Befestigung mit Keilen zur Seite, die größte Höhe 4½, die kleinste 3½ Z. Biegung beim Uebergange des obigen Dampfwagens im Mittel 0,062 Z.

Neue Schienen von Booth, parallel mit gleichen Leisten oben und unten, Gewicht 60 Pfd. auf 1 Yard, Höhe 4 Zoll, Entfernung der Unterlagen 3 Fuß. Biegung beim Uebergange des obigen Dampfwagens 0,040 bis 0,066 Z.

Parallel einfach T förmige Schienen, Huyton-Ebene, Gewicht 50 Pfd. das Yard, Entfernung der Unterlagen 3 Fuß 3½ Z. Biegung beim Uebergange des obigen Dampfwagens im Mittel 0,072 Z.

Fischbauchschienen und Stühle von Stephenson auf dem Chat Moß (ebenfalls auf der Liverpool-Manchester-Bahn), Gewicht 44 Pfd. auf 1 Yard, Entfernung der Unterlagen 3 Fuß auf hölzernen Stegen. Vier Deflectometer wurden auf zwei Schienen und zwei Stege angewendet, welche aber außer Verbindung waren. Die Biegung beim Uebergange des oft genannten Dampfwagens betrug auf den Stegen 0,032 bis 0,059 Z., im Mittelstück einer Schiene 0,188 und am Endstück 0,160 Z. — Darauf wurden die Deflectometer auf 2 Stege, auf das dazwischen und das danebenliegende, Schienenstück angewendet, und die Biegung betrug auf den Stegen 0,019 und 0,056 Z., auf dem dazwischenliegenden Schienenstück 0,191 und auf dem danebenliegenden Schienenstück 0,134 Z.

Diese Resultate sind sehr anomal den bei mehren Fischbauchschienen erlangten. Zum Theil sind dieselben der besondern Lage der Schienen auf einem sumpfigen Boden zuzuschreiben, welcher stark, bei dem Uebergange des Dampfwagens zittert. Der große Ueberschuß der Biegung der Schienen über die Senkung der Stege wird dadurch aber nicht genügend erklärt. Es scheint jedoch daraus hervorzugehen, daß bei einem so wankenden Boden die Schienen bedeutend mehr leiden, als bei einer festen Unterlage, und wenn sich diese Erfahrung ferner bestätigen sollte, so würde gewiß für solche Fälle anzurathen sein, die Schienen stärker als auf den übrigen Theilen der Bahn zu machen, oder aber die Entfernung der Unterlagen bei gleichen Dimensionen der Schienen zu vermindern.

Bisher waren nur die, in der verticalen Ebene vorkommenden Biegungen betrachtet worden. Es schien jedoch auch wünschenswerth, die Größe der Seitenbiegungen der Schienen in den Krümmungen der Bahnen kennen zu lernen, um zu beurtheilen, in wiefern es nothwendig sei, die Schienen an solchen Stellen zu verstärken, damit sie in dieser Richtung eine größere Widerstandsfähigkeit erhielten, und besonders dann, wenn die Entfernung der Unterlagen größer genommen würde.

Die Resultate ergaben, daß die Seiteneinwirkung in den Krümmungen nicht so beträchtlich ist, um eine größere Stärke der Schienen zu erfordern, als wegen des Widerstandes in der Vertical-Ebene nöthig ist, wenn die Unterlagen weiter von einander entfernt liegen; daß also auch in den Krümmungen der Bahn weder stärkere Schienen, noch näher aneinander liegende Unterlagen als in den übrigen Bahntheilen, erforderlich sind. Der Deflectometer, welcher zur Beobachtung dieser Seitenbiegungen der Schienen angewendet wurde, besteht in einem Winkelhebel, der sich um eine verticale Axe dreht, und dessen kurzer Arm durch einen gegen die Schienen liegenden Schieber in Bewegung gesetzt wird; eine Feder, welche sich an dem mit einem Index versehenen längeren Arm des Hebels befindet, hält den Schieber in fortdauernder Berührung mit der Schiene.

Die Versuche wurden auf der Wigan-Eisenbahn angestellt; die angewendeten Parallelschienen wiegen 42 Pfund

Digitized by Google

per Yard, die Unterlagen sind 3 Fuß von einander entfernt; Krümmung, nahe an der Verbindung mit der Liverpool-Manchester Eisenbahn, 2 Fuß, 4 Zoll auf 1 Chain (66 Fuß), oder 1 auf 28⅞, einem Halbmesser von 622 Yard angehörend. Die äußere Schiene der Bahn liegt in der Krümmung 1⅜ Zoll höher als die innere, um der Centrifugalkraft der Wagen mit gegenzuwirken. Die Seitenbiegung betrug bei verschiedener Geschwindigkeit der Wagen im Durchschnitt 0,007 bis 0,060 Zoll.

Aus diesen in der Verticalebene stattfindenden Biegungen der Schienen ergiebt sich, daß bei festen Unterlagen, wohl darauf befestigten Stühlen, gut eingerichteten Wechseln der einzelnen Schienen, und einem guten Boden für die Unterlagen, die größten Geschwindigkeiten der Dampfwagen wenig mehr wirken, als wenn die Last derselben auf den Schienen ruhte, und zwar so, daß nur ⅛ der Last des ganzen Wagengewichtes auf ein Rad käme; daß aber die Unvollkommenheiten der Eisenbahnen Biegungen durch die Stöße der Wagen hervorbringen, welche die doppelte Größe der ersteren erreichen. So lange daher die Bahnen nicht vollkommener hergestellt werden als jetzt, müssen Schienen angewendet werden, welche etwas mehr als doppelt so stark sind, wie sie für den mittleren Druck zu sein brauchten; etwa 10 bis 20 Procent über diese doppelte Stärke dürfte ausreichen. Für einen Dampfwagen von 12 Tonnen Gewicht wird daher die Stärke der Schienen auf eine Belastung von 7 Tonnen berechnet werden müssen, und wenn diese Schienen sorgfältiger als bisher gelegt werden, so werden auch wohl Dampfwagen von 14 bis 16 Tonnen Gewicht mit Sicherheit darüber fahren können.

Zu einer größeren Vollkommenheit der Bahnen würde es wesentlich beitragen, wenn die Unterlagen (Blöcke) einander gerade gegenüber gelegt werden, welches sich bei Parallelschienen leicht und ohne Mehrkosten erreichen läßt (nicht so bei den Fischbauchschienen).

Von dem Hauptresultate ausgehend, daß selbst bei der gegenwärtigen Construction der Eisenbahnen für Dampfwagen von 12 Tonnen Gewicht, die Schienen nur auf eine Belastung von 7 Tonnen eingerichtet zu sein brauchen, läßt sich die Stärke oder der Querschnitt der Schienen für jede Entfernung der Unterlagen ermitteln. Die vortheilhafteste Entfernung derselben rücksichtlich der Anlagekosten bestimmt sich aus den Preisen des Eisens und der Steine zu den Blöcken. Je theurer das Eisen zu den Schienen ist, um so näher müssen die Blöcke an einander gelegt werden, damit leichtere Schienen genommen werden können und umgekehrt. Die Praxis schreibt jedoch hierbei Gränzen vor, über welche hinaus eine Untersuchung der möglichen Vortheile unnütz wird, und diese fallen zwischen eine mittlere Entfernung von 3 bis 6 Fuß.

Bei einer genaueren Betrachtung des Querschnittes der Schienen findet man, daß die obere Leiste (Kopf), worauf die Wagenräder laufen, eine bestimmte Größe haben müsse. Diese Leiste ist in den ursprünglichen Schienen der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, von 35 Pfund per Yard, zu klein für das gegenwärtige Gewicht der Dampfwagen; denn an der Außenseite der Schienen ist dieselbe vielfach an der Mittelrippe losgezogen. Die obere Leiste an den Dublin-Schienen von 45 Pfd. per Yard ist zwar breiter, sie zeigt nicht

diese Mängel, doch wird sie im Allgemeinen für zu schmal gehalten. Die obere Leiste der einfach parallel T förmigen Schienen (Fig. 6 und 11, Taf. XLIV) und der von der Grand-Junction-Eisenbahn (Fig. 4, Taf. XLIV), hat die besten Verhältnisse; ihre Querschnittsfläche, bis zur Tiefe von 1 Zoll von der Oberfläche gemessen, beträgt 2½ Zoll. Diese Größe kann als praktisch bewährt angenommen werden, sie beträgt etwa 22½ Pfund auf 1 Yard Länge.

Von den Praktikern wird angenommen, daß die Höhe der (gewalzten) Schiene nicht über 5 Zoll betragen dürfe.

Nach diesen Prinzipien sind die Gewichte der Schienen und ihre Hauptdimensionen für die Tragfähigkeit von 7 Tonnen, bei Entfernungen der Unterlagen von 3 Fuß, 3 Fuß 9 Zoll, 4 Fuß, 5 Fuß und 6 Fuß berechnet, indem dabei die Vertheilung des Eisens in dem Querschnitt auf die vortheilhafteste Weise angenommen ist.

	Entfernungen der Unterlagen.				
Obere Leiste bis 1 Zoll tief	3 F.	3 F. 9 Z.	4 F.	5 F.	6 F.
Gewicht à Yard	22,5 Pf.	22,5 Pf.	22,5 Pf.	22,5 Pf.	22,5 Pf.
Ganze Höhe der Schienen	4½ Z	4¾ Z.	4¾ Z.	5 Z.	5⅛ Z.
Höhe der unteren Verstärkung	1 Z.	1 Z.	1 Z.	1⅛ Z.	1½ Z.
Breite derselben	1⅛ Z.	1⅛ Z.	1½ Z.	1⅔ Z.	1⅞ Z.
Stärke der Mittelrippe . .	0,6 Z.	0,75 Z.	0,8 Z.	0,85 Z.	1⅛ Z.
Gewicht der ganzen Schiene auf 1 Yard Länge	51,4 Pf.	58,8 Pf.	61,2 Pf.	67,4 Pf.	79 Pf.
Biegung bei 3 Tonnen Belastung . .	0,024 Z.	0,037 Z.	0,041 Z.	0,064 Z.	0,082 Z.

Man sieht hieraus sogleich, daß die Biegungen der Schienen bei den entfernteren Unterlagen größer werden, obgleich dieselbe Tragfähigkeit für dieselben beibehalten worden ist, daß sie mithin weniger steif sind, als bei den näher zusammenliegenden Unterlagen. Sobald man hierauf sich nicht einlassen will, muß man von vorn herein auf größere Entfernungen der Unterlagen verzichten, weil sonst die Gewichte der Schienen oder die Höhen des Querschnittes ganz unverhältnißmäßig wachsen würden. Die angegebenen Biegungen sind aber doch noch bedeutend geringer, als diejenigen, welche gegenwärtig nach den vorher mitgetheilten Versuchen stattfinden.

Auf die angegebenen Gewichte und Dimensionen der Schienen ist die Berechnung des Gewichts basirt, welches für eine doppelte Eisenbahn (4 Reihen von Schienen) auf 1 Englische Meile erforderlich wird. Das Gewicht der gußeisernen Lager (Stühle) ist nach folgenden Sätzen angenommen. Die Endlager (wo 2 Schienen wechseln) von Stephenson wiegen 28 Pfund, einschließlich der Stifte zur Befestigung; die Mittellager 24 Pfund. Daher

Unterlagen

bei 3 Fuß	Entfernung	der	Endlager	28 Pf.,	Mittellager	24 Pf.				
„ 4½	„	„	„	„	30	„	„	„	25	„
„ 4	„	„	„	„	30	„	„	„	25	„
„ 5	„	„	„	„	33	„	„	„	27	„
„ 6	„	„	„	„	33	„	„	„	27	„

Digitized by Google

Da die meisten Lager bei der Verkeilung der Schienen in denselben zerbrechen, bei diesen Lagern aber keine Verkeilung beabsichtigt wird, so ist zu erwarten, daß die obigen Gewichte ausreichend sein werden.

Die Mittelblöcke sind zu 4 Cubikfuß, die Endblöcke zu 5 Cubikfuß Inhalt angenommen, welches nach den bisherigen Erfahrungen ausreicht. Wenn die Blöcke fest liegen bleiben, so haben zwar die Endblöcke nicht mehr zu tragen als die Mittelblöcke, brauchten daher auch nicht stärker zu sein. Wenn dieselben daher etwas sinken, so ist dieß am Ende einer Schiene viel nachtheiliger als in der Mitte, und daher sind die Endblöcke größer angenommen worden. Das richtige Verhältniß zwischen der Größe dieser End- und Mittelblöcke ist aber nicht durch Erfahrung ermittelt.

Wollte man nicht allein dieselbe Tragfähigkeit der Schienen bei größerer Entfernung der Unterlagen, sondern auch dieselbe Biegung wie bei der Entfernung von 3 Fuß beibehalten, so würde das Gewicht der Schienen für eine doppelte Bahn (4 Reihen von Schienen) auf 1 Englische Meile bis auf 385 Tonnen steigen und eine einzelne 12 Fuß lange Schiene würde 490 Pf. wiegen. Es würden dadurch die früheren Angaben um mehr als 50 Procent übertroffen werden.

Nach diesen Angaben läßt sich diejenige Entfernung der Unterlagen von einander ermitteln, welche rücksichtlich der ersten Anlagekosten das vortheilhafteste ökonomische Resultat liefert, wenn die Preise der gewalzten Schienen, des Gußeisens zu den Stühlen, die Preise der Blöcke und des Schienenlegens bekannt sind. Die Unterhaltungskosten werden aber bei größerer Entfernung der Unterlagen geringer, denn stärkere Schienen nutzen verhältnißmäßig weniger ab, und bleiben länger brauchbar als schwächere.

Ein anderer Vortheil von weiter entfernten Unterlagen wird darin gesucht, daß, wenn sie eben so viel sinken als die in kürzerer Entfernung von einander gelegten, das Ansteigen der Schienen geringer wird, und damit auch die Einwirkung der darüber gehenden Lasten auf die Blöcke.

Es hat sich aber ergeben, daß die Biegung der Schiene unter gleichen Lasten bei 3 $^1/_2$ Fuß entfernten Unterlagen 0,035 Zoll; bei 5 Fuß entfernten Unterlagen 0,089 Zoll ist; mithin das Ansteigen im ersteren Falle $\frac{0{,}036}{22{,}5}$, im letzteren $\frac{0{,}089}{30}$; daß sich dieselben daher beinahe wie 1 : 2 verhalten, mithin das Ansteigen bei den weiter entfernten Blöcken größer wird. Die Einwirkung der Lasten auf die Blöcke selbst ist aber nach den Versuchen gleich, und nicht wie nach jener (also falschen) Voraussetzung bei den entferntern Blöcken größer. Dies stimmt übrigens auch ganz mit der Theorie überein, da diese Einwirkungen sich wie die Cosinus der Steigungswinkel zu einander verhalten, welche für so kleine Winkel nur sehr wenig von einander verschieden sind.

Die Versuche über die Bewegung der Blöcke während des Ueberganges der Dampfwagen, wurden ebenfalls mit dem Deflectometer angestellt, nachdem eiserne Haken fest mit den Blöcken verbunden waren.

Bei 3 F. 9 Z. von einander entfernten Unterlagen mit dem Dampfwagen Swinburne und bei einer Geschwindigkeit des Wagens von 10—30 englischen Meilen in der Stunde, betrug die Bewegung der Blöcke im Mittel 0,021 Zoll.

Bei 5 Fuß von einander entfernten Unterlagen (sämmtliche Blöcke lagen vollkommen fest), mit mehren Dampfwagen, bei einer Geschwindigkeit derselben von 15 englischen Meilen in der Stunde, betrug die mittlere Größe der Bewegung der Blöcke 0,019 Zoll, welche nicht wesentlich von der zu 0,021 Zoll bei den 3 Fuß von einander entfernt liegenden Blöcken abweicht.

Es entsteht nun noch die Frage, ob im Ganzen genommen weiter von einander entfernt liegende Blöcke mehr sinken als enger liegende, oder ob bei beiden nur eine gleiche Senkung stattfindet. Für beide Ansichten haben sich verschiedene Praktiker erklärt.

Es kann aber darüber wohl kaum ein Zweifel sein, daß wenn auf einem neu aufgeschütteten Grunde, auf einem Damme, Schienen theils auf 3 Fuß, theils auf 5 Fuß entfernte Unterlagen gelegt wurden, welche eine und dieselbe Größe besitzen, daß alsdann die letztern Unterlagen schneller sinken werden, als die ersteren, bis der Boden eine völlige Festigkeit erhalten hätte. Nachdem aber dieß erreicht ist, werden die entfernter liegenden Blöcke gerade dasselbe leisten als die, welche in kürzeren Entfernungen von einander aufgestellt sind; diese Gleichstellung beider wird in Einschnitten, wo der Boden bereits von Anfang an fest ist, sehr bald eintreten.

Hieraus ergiebt sich alsdann, daß in der ersten Zeit nach Herstellung der Bahn die Unterhaltungskosten bei weit entfernten Unterlagen auf Dämmen oder in einem weichen Boden größer ausfallen werden, als bei weniger entfernten Unterlagen, daß sich aber nach Verlauf einiger Zeit diese Kosten gleichstellen werden, ebenso wie sie in Einschnitten der Bahn niemals wesentlich von einander abweichen dürften.

Diese Ansicht würde sehr bald geprüft werden können, wenn Schienen auf mehr oder weniger entfernten Unterlagen an einer Stelle z. B. der Liverpool-Manchester Eisen gelegt würden, wie bei Kensalgreen, wo täglich 70 Dampfwagen passiren.

Wenden wir uns nun zu einer allgemeinen Betrachtung der Fundamentirung der Eisenbahnschienen.* — Es fragt sich zunächst, wie sich z. B. gewalzte Stabschienen, die als die bessern anerkannt sind, so legen und so stark auf und an den Erdboden befestigen lassen werden, daß sie von dem Gewichte und von der Bewegung der Fuhrwerke weder hinein, noch zur Seite und auseinander gedrückt werden können, sondern daß daraus eine gute und dauerhafte Eisenbahn entstehe.

Die Grund-Idee für die Fundamentirung der Eisenbahnen, welcher man im Wesentlichen gewöhnlich überall, wo man Bahnen mit Stabschienen gemacht hat, zu folgen pflegte, ist die: die Schienen auf irgend eine Weise, sei es durch Steine, oder durch Querhölzer, oder durch Pfähle u. s. w., etwa alle 3 bis 5 Fuß zu unterstützen, und sie so, je auf 3—5 Fuß lang, von einem Unterstützungspunkte bis zum andern, als Balken tragen zu lassen. Der Theorie nach ist dieß nicht unbedingt richtig; denn die Wirkung und der Druck der Wagen auf die Schienen ist ja ihrer ganzen Länge nach überall genau gleich stark, die Unter-

* Nach Crelle.

Digitized by Google

stützung dagegen, welche jener Wirkung widerstehen soll, ist es nicht. Ja es hat Noth, selbst dann noch, wenn die Unterstützung durchweg, in allen Punkten der Schienen sich befände, sie stark genug zu machen; denn die Wirkung von zwei bis dritthalbhundert Centner schweren Wagen, die mit 30 bis 40 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde dahin stürmen, ist gewaltig, daher einzelne Steine oder Querhölzer, alle 3 Fuß unter die Schienen gelegt, dieser ungeheuren Wirkung wohl nicht immer widerstehen sollen. Dazu kommt, daß sich die Schienen nicht durch die ganze Länge des Weges so mit einander verbinden lassen, daß jede Reihe nur eine Masse ausmacht und keine Fugen in den Stößen vorhanden sind. Die Schienen lassen sich zwar auch allerdings zusammenschweißen; jedoch geht dies fortlaufend nicht an; auch nicht einmal auf eine bedeutende Länge, weil das Eisen, gleich jedem andern Körper, in der Kälte sich zusammenzieht und in der Hitze sich ausdehnt, von 30° R. Kälte bis 30° Wärme um etwa den 1200ten Theil der Länge, so also, daß, wenn man die Schienen z. B. auch nur auf 100 Fuß lang zusammenschweißen wollte, schon unvermeidlich zollbreite Fugen entstehen würden. Die Schienen müssen also einzeln bleiben; höchstens können 2 bis 3 mit einander verbunden werden. Für einzelne Schienen aber ist die Fundamentirung um so schwieriger. Auch zeigt die Erfahrung nur zu sehr, wie oft sie nicht ausreicht. Da, wo die Enden zweier Schienen zusammenstoßen, haben sie gar keine Tragkraft als Balken mehr. Man legt zwar natürlich eine der Unterstützungen gerade unter die Fuge, aber über dieser ist nunmehr die Last und der Stoß gar nicht mehr vertheilt, sondern wirkt blos auf das Ende der Schiene, und folglich auf noch nicht den halben Stein, oder das halbe Querholz unter der Fuge. Leicht drückt sich nun der Stein oder das Querholz schief in die Erde; das Ende der einen Schiene sinkt tiefer als das Ende der andern anstoßenden Schiene, welches eher durch die schiefe Lage des Steines gehoben wird. Es entsteht also nun eine Unterbrechung der oberen Ebenheit der Schienenbahn, und diese Unebenheit vergrößert sich fortwährend, und schnell und unaufhaltsam. Denn wenn z. B. das Ende der einen Schiene auch nur um $^1/_2$ Linie tief unter das Ende der andern anstoßenden Schiene gedrückt worden ist, so stürzt sich nunmehr schon die Last der Wagen, fallend, von der höheren auf die niedrigere Schiene herab, und dieser Stoß oder Schlag wirkt noch viel gewaltsamer, als der bloße Druck. Die Ungleichheit der Höhe der Schienenenden muß also immerfort zunehmen, und so kann es denn kommen, daß die Eisenbahn, wenn sie nicht etwa immerfort reparirt wird, d. h. wenn die Steine oder Querhölzer nicht immer gleich wieder in ihre rechte Lage gebracht werden, und wenn nicht etwa bis dahin schon Schienen durch die gewaltigen Stöße zerbrochen worden sind, in einen sehr schlechten Zustand geräth. Welcher Nachtheil daraus für die Fuhrwerke, für die Schienen selbst und für ihre Fundamentirung, und welcher Verlust an Zugkraft daraus entstehen müsse, läßt sich leicht ermessen.

Eine möglichst vollkommene Fundamentirung der Schienen ist daher Hauptbedingung bei der Anlage einer Eisenbahn. Wir wollen daher hier erst im Allgemeinen davon reden und dann ins Einzelne eingehen.

Das nächste Mittel, den einzelnen Stützpunkten der

Schienen mehr Festigkeit zu geben, ist, die Steine oder Balken auf einen Steinschlag zu legen, wie man aus Fig. 3 und 4, Taf. XLV, deutlich ersieht, wenn der Boden nicht etwa schon an sich steinig oder felsig ist.

Wenn aber auch wirklich die Unterstützung der Schienen in allen einzelnen, je 3 Fuß von einander entfernten Punkten, und auch unter den Fugen, vollkommen fest gemacht worden ist, und durchaus nirgends weichen kann, z. B. wenn man die Schienen auf fest eingerammte Pfähle oder auf Mauerwerk legt; so bleibt doch immer noch ein zweites, aus der Balken-Function der Schienen entstehendes Uebel übrig. Sie werden sich nämlich stets, so stark sie auch immer sein mögen, bei starker Belastung, um irgend etwas zwischen den Unterstützungspunkten einbiegen, wie wir schon weiter oben bei der Tragkraft der Schienen sahen, und die Fuhrwerke werden sich daher immer in einer schwachen Wellenlinie bewegen; was weder den Schienen selbst, noch der Zugkraft vortheilhaft sein kann. Zwar hat man mitunter behauptet, die wellenförmige Bewegung sei gerade der Schienenbahn vortheilhaft, und es sei gut, daß die Bahn nicht ganz starr den Fuhrwerken widerstehe, sondern ihnen mit einer gewissen Elasticität nachgebe. Man beruft sich bei dieser Behauptung auf die bekannte Erfahrung, daß Chausseen länger vorhalten, wenn sie auf elastischem Boden, als wenn sie auf festem Felsen liegen. Aber diese Berufung auf eine Analogie, ist hier nicht passend. Daß Chausseen auf elastischem Boden länger vorhalten als auf Felsen, hat seinen Grund offenbar darin, daß ein Stein leichter zermalmt wird, wenn er fest aufliegt, als wenn seine Unterlage nachgeben kann. Bei der Eisenbahn wird ja aber das Eisen nicht zermalmt, sondern nur abgerieben; eine Schiene kann wohl zerbrochen, aber nicht zerquetscht werden. Also paßt schon das Gleichniß nicht; und direkte Erfahrungen an Eisenbahnen selbst haben noch nirgends bewiesen, daß elastische Bahnen länger vorhielten, als nicht nachgebende; ja wir sahen weiter oben, daß sich aus den Versuchen über die Biegungen der Schienen auf morastigen und festen Stellen der Liverpool-Manchester Bahn, das Entgegengesetzte beweisen lasse. Auch ist gewiß und unbestreitbar, daß eine wellenförmige Bewegung der Fuhrwerke mehr Transportkraft erfordert, als die Bewegung in gerader Linie, desgleichen, daß die Eisenbahn durch eine solche Auf- und Abbewegung holprig und schlecht wird; daß sie ihren Hauptvorzug, den einer vollkommen glatten und sanften Fahrt, verliert. Das Einbiegen und Nachgeben der Schienen unter den Fuhrwerken ist zuverlässig eben so wenig vortheilhaft und dem Zwecke der Bahn entsprechend, als das Einsinken der Steine oder Querhölzer.

Man sucht bei den neuern Eisenbahnen der Entstehung der Unebenheiten derselben durch Verstärkung der Tragkraft der Schienen, nämlich durch Vergrößerung des Gewichtes derselben vorzubeugen. Von 8 bis 9 Pfund Gewicht der Schienen auf den laufenden Fuß, ist man bei den neuern englischen Bahnen schon bis auf 25, ja 30 Pfund auf den laufenden Fuß gestiegen, um die Einbiegung möglichst zu vermeiden; allein es werden dadurch, wie wir schon weiter oben zu bemerken Gelegenheit hatten, die Kosten außerordentlich erhöhet. Die vollkommenste Eisenbahn wird daher eine solche sein, bei welcher die Schienen fortlaufend und in allen ihren Punkten ihrer ganzen Länge nach,

Digitized by Google

gleich stark unterstützt sind. Denn jede Gegenwirkung muß der Wirkung gleich sein, wenn ein Werk Bestand haben soll; und die Wirkung der Fuhrwerke auf eine Eisenbahn ist überall gleich, folglich muß es auch die Gegenwirkung, die Unterstützung der Bahn, sein.

Hr. Reynolds in London scheint der Erste gewesen zu sein, der diese Grundregel ernstlich in Erwägung gezogen und praktisch zu befolgen versucht hat. Seine neue Art Eisenschienen, von welchen wir die Beschreibung und den Bericht über ihr Verhalten in der Ausführung weiter unten mittheilen werden, sind ihrer ganzen Länge nach gleich stark unterstützt, und scheinen uns in diesem Betrachte vor allen andern, bis jetzt üblichen Schienenarten, einen entschiedenen Vorzug zu haben. Es möchte nur noch einiges Andere dagegen einzuwenden sein, was weiter unten, wo wir verschiedene Arten von Schienen näher durchgehen, bemerklich gemacht werden soll. Die Schienenbahnen mit platten und nur dünnen, der Länge nach von hölzernen Balken getragenen und auf dieselben befestigten eisernen Schienen (s. Fig. 10, Taf. XLV), die sogenannten amerikanischen, haben, wiewohl nur in bedingterem und beschränkterem Maaße, mit den Reynoldschen Schienen den Vorzug gemein, daß ihre Tragkraft in allen Punkten mehr gleich stark ist, wenigstens mehr gleich stark gemacht werden kann, als es bei den gewöhnlichen englischen Bahnen, mit massiven, auf einzelne Steine oder Querhölzer gelegten Schienen der Fall und möglich ist. Denn die hölzernen Balken, welche die dünnen Schienen tragen, auf welchen die Wagenräder laufen, können ohne Schwierigkeit so stark gemacht werden, daß die Einbiegung derselben unter der Last der Fuhrwerke fast unmerklich wird; auch lassen sich die Balken an den Enden und Stößen so fest mit einander verbinden, daß auch diese Stellen beinahe gar nicht schwächer sind, als die übrigen. Indessen wird der Vorzug der fortlaufenden Unterstützung der Schienen durch eisenplattirte Holzbahnen nur bedingt und beschränkt erlangt; bedingt nämlich, weil er, selbst so lange das Bauwerk noch neu ist, nur dann erreicht wird, wenn die Schienenbalken nicht etwa blos durch Querhölzer unterstützt werden, was im Grunde doch immer nur wieder eine Unterstützung in einzelnen Punkten ist, sondern wenn die Querhölzer selbst, weiter, wieder noch auf Schwellen ruhen, die nach der Länge der Bahn fortlaufen, und die, wenn der Boden weich ist, noch etwa auf einen Steinschlag gelegt werden müssen, wie es auch wirklich bei mehreren ausgeführten amerikanischen Bahnen geschehen ist. — Beschränkt deshalb, weil die fortlaufende Unterstützung in der Wahrheit immer nur so lange stattfindet, als der Holzbau noch neu und das Holz frisch und fest ist. Sobald es anfängt, mürbe zu werden, oder zu faulen, was bei den, horizontal, unbedeckt und nahe am Boden liegenden Hölzern sehr bald geschieht, findet die fortlaufende Unterstützung nur noch dem Scheine nach statt, und die eisernen Schienen sind dann schwächer und weniger tragkräftig als selbst die massiven, auf einzelnen Steinen liegenden, weil sie viel zu dünn sind, um selbst auch nur einen Theil der Last zu tragen. Auch ergiebt die Erfahrung, daß auf eisenplattirten Holzbahnen immer eine stärkere Zugkraft zur Fortbewegung der Fuhrwerke nothwendig ist, als auf massiven Bahnen, in so fern sich letztere in gutem Stande befinden,

welches schon die bald sich einstellende Mangelhaftigkeit der Ebenheit der Bahn beweiset. Auch stehen die eisenplattirten Holzbahnen den massiven aus andern Gründen nach, wie weiter unten berührt werden wird.

Nachdem wir mit Hrn. Crelle eine der vorzüglichsten Bedingungen bei der Construction der Eisenbahnen, nämlich die Nothwendigkeit einer Unterstützung der Schienen ohne schwache Stellen näher zu erörtern und zu begründen gesucht haben, wollen wir ferner auch noch, nach demselben ausgezeichneten Techniker, die übrigen wesentlichsten Bedingungen einer guten Eisenbahn-Construction durchgehen, um so eine Aufzählung von allgemeinen Regeln zu bekommen, nach welchen die verschiedenen Constructionen, die dann einzeln zu erwägen sein werden, zu würdigen sein dürften.

Eine zweite wesentliche Bedingung für eine gute Eisenbahn ist die, daß auch der Parallelismus jedes Schienenpaars stets vollkommen erhalten bleiben und folglich so versichert sein muß, daß er durch die Wirkung der Fuhrwerke nicht füglich zerstört werden kann.

Auch diese Bedingung erfüllen die Eisenbahnen mit massiven, auf einzelne Steine gelegten Schienen, nicht vollkommen. Die Steine widerstehen noch weniger einem Drucke nach der Seite, als dem Drucke von oben; und der Druck nach der Seite ist bei Eisenbahnen ebenfalls gar nicht geringe. Da nämlich die Räder mit Spurkränzen an jeder Schiene einen Spielraum von etwa einem Zoll breit haben müssen, weil sie sich sonst klemmen und mehr als nöthig an den Schienen reiben würden: so ist es unvermeidlich, daß die Fuhrwerke um die Breite der Spielräume hin und her wanken. In der That gewahrt man, wenn man ihren Lauf auf einer Eisenbahn aufmerksam beobachtet, daß der Wagenzug nie in der Richtung der Schienen ganz gerade fortrollt, sondern daß er eine sehr langgestreckte Schlangenlinie hin und her beschreibt. Er drückt also, abwechselnd rechts und links, seitwärts auf die Schienen, weil ihr Widerstand immer, sobald er sich auf die eine Seite begeben hat, ihn wieder nach der andern Seite hinüber treiben muß. Und dieser Druck ist, wegen des ungeheuren Gewichts der Wagen und wegen der großen Geschwindigkeit ihrer Bewegung, ungemein bedeutend. Wenn also die Schienen nicht auch nach der Seite sehr stark und fest widerstehen, so werden sie auseinander gedrängt; der Parallelismus geht verloren; und ist erst der Anfang dazu gemacht, so wird der Spielraum der Räder größer, der Schwung und anstreifende Druck der Fuhrwerke wird also immer stärker, das Uebel nimmt zu, und die Ausweichung der Schienen kann am Ende so groß werden, daß die Wagenräder von den Schienen hinunter gleiten und Gefahr und Schaden entsteht.

Besser als durch einzelne Steine, und sogar sehr vollkommen, wird der Parallelismus der Schienen erhalten, wenn man sie auf quer durchreichende Träger von Holz, Stein oder Eisen legt. Dann ist es unmöglich, daß ihre Entfernung von einander, quer über die Bahn gemessen, sich ändern kann; mithin bleibt dann ihr Parallelismus unverändert. Sind keine Querstücke vorhanden, so muß der Unterstützung auf andere Weise eine kräftige Stabilität, auch nach den Seiten hin, gegeben werden.

Ein drittes, wesentliches Erforderniß für Eisenbah-

Digitized by Google

nen ist die Entfernung des Regen- und Schneewassers von der Oberfläche des Dammes und aus den oberen Schichten desselben, wenigstens bis unter die Fundamentirung der Schienen. Denn, mag die Fundamentirung aus Steinen oder aus Holz bestehen: immer wird der Boden, worauf am Ende das Fundament sich stützt, weich und nachgebend sein, sobald sich Wasser darin sammeln und aufhalten kann. Selbst wenn das Fundament unten aus einem Steinschlage besteht, ist es im nassen, vom Wasser durchzogenen Boden noch nicht fest; denn es ist immer nichts anders, als eine Art von Chaussee, und eine solche ist nicht fest, wenn sie nicht auf trockenem Boden liegt. Am günstigsten ist der Fall, wenn sich der Damm aus Kies oder grobem Sande machen läßt, in welchen das Wasser ein- und von selbst nach den Seitengräben sich hinzieht. In anderen Fällen pflegt man einzelne Rinnen von trockenen Steinen zu machen, die aber nicht wohl als zur Entwässerung hinreichend zu erachten sind. Besser ist es, wenn der Damm in der Oberfläche eine feste, ein Paar Zoll dicke Decke, aus klein geschlagenen und stark zusammengestampften Steinen, mit starkem Gefälle nach den Seiten hin, erhält, damit das Regen- und Schneewasser schnell abgeleitet werden und möglichst gar nicht dazu gelangen möge, in den Damm erst einzudringen. Auch hat die feste, glatte Steindecke in der Oberfläche noch den Vortheil, das Umtreiben von Sand, Schlamm und Steinchen, die auf die Schienen gerathen könnten, mehr zu verhindern. Werden die Fuhrwerke nicht von Dampfwagen, sondern von Pferden gezogen, so ist außerdem die Steindecke zwischen den Schienen, als Pfad für die Pferde, nothwendig, wo der Transport durch diese erfolgt.

Eine vierte Bedingung für gute Eisenbahnen ist, daß möglichst selten Ausbesserungen daran vorkommen können, und daß die Reparaturen, wenn sie nothwendig sind, möglichst ohne Unterbrechung oder Störung der Passage auf der Bahn, und ohne einstweilige Verlegung der Straße mögen vollzogen werden können.

Am besten wird diese Bedingung einestheils vorzüglich durch eine recht feste und durchlaufende, in allen Punkten gleich starke Fundamentirung der Schienen erfüllt werden; anderntheils durch Dauerhaftigkeit der zu dem Bauwerke genommenen Stoffe. Denn bei weitem die meisten Reparaturen, welche bei den üblichen Eisenbahnen vorkommen, werden durch Beschädigungen der Fundamentirung, durch Einsinken und Verschieben der Schienentragsteine und dergleichen veranlaßt; und dann, besonders bei den eisenplattirten Holzbahnen, durch die schnelle Abgängigkeit des Holzes, welches, dicht an, und halb über, halb in dem Boden liegend und frei der Witterung ausgesetzt, immer nur wenige Jahre vorhält. Die Schienen selbst, zumal wenn sie aus gewalztem Eisen sind, können sehr lange, und wenn sie nicht zu schwach sind, der Erfahrung nach wohl an 50 Jahre dauern.

Daß abgängig gewordene Schienen schnell und leicht durch neue müssen ersetzt werden können, ist auch ein Haupttheil der Bedingung.

Eine fünfte natürliche Bedingung ist, daß die Kosten einer Eisenbahn, und zwar auf die Dauer gerechnet, d. h. mit Rücksicht auf die Erhaltungskosten, nicht unverhältnißmäßig hoch sein müssen. Es können zwar Fälle vorkommen, wo es gut ist, daß insbesondere die ersten Anlagekosten möglichst gering sind, besonders dann, wenn die Bahn nur einen vorübergehenden Zweck hat; aber dieser Fall ist immer nur eine Ausnahme, und selten. Und wenn sonst nur die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daß eine Eisenbahn, die bleiben soll, rentiren werde, so finden sich in der Regel Capitalien dazu in Ueberfluß. Uebrigens aber darf man, wie schon bemerkt, dieser oder jener Construktionsart, da, wo es nicht an bereitliegenden Capitalien fehlt, gerade noch nicht deshalb den Vorzug geben, weil die ersten Anlagekosten derselben gering sind. —

Zusammengenommen würde also nun, übersichtlich ausgedrückt, das, was zu einer guten Constructionsart von Eisenbahnen gehört, Folgendes sein:

Erstlich müssen die Schienen, damit die Bahn nicht in Gefahr sei, bald holperig und unbequem, und dann um so leichter beschädigt und zerstört zu werden, eine in allen Punkten gleich starke und hinreichend feste Unterstützung bekommen.

Zweitens muß die Bahn so construirt werden, daß der Parallelismus der Schienen nicht leicht durch die Wirkung der Fuhrwerke zerstört werden kann.

Drittens muß das Wasser so vollständig von und aus dem Damme abgeleitet werden, daß es nicht unter die Fundamentirung der Schienen dringen, den Boden daselbst erweichen und die Stabilität des Fundaments dadurch schwächen kann.

Viertens muß die Eisenbahn so construirt sein, daß Ausbesserungen nur möglichst selten vorkommen, und daß die, welche vorkommen, so gemacht werden können, daß die Fahrt so wenig als möglich dadurch unterbrochen wird.

Fünftens müssen die Kosten der Construction, und zwar mit Rücksicht auf die dauernde Erhaltung des Werks gerechnet, nicht unverhältnißmäßig hoch sein.

Wir kommen jetzt zum

Digitized by Google

Dritten Capitel.

Von den verschiedenen Constructionsarten der Eisenbahnen.

1. Gewöhnliche englische Constructionsart mit gewalzten eisernen Schienen, auf Steine gelegt.

Wir erläutern diese Constructionsart durch zwei Beispiele, entnommen von der erst neuerlich erbaueten London- und Birmingham-Eisenbahn * — Fig. 1, 2 und 4, der Doppeltafel XLIII und XLIV — und von der Nürnberger Bahn ** — Fig. 1 — 4, Taf. XLV. — Figur 1, Taf. XLIII und XLIV, zeigt die Schienen, die gußeisernen Stühle oder Sättel (Chairs, Pedestals, engl.) und die Blöcke (Blocks, engl.) im Grundrisse und die letztern unbedeckt; Fig. 2 ist ein Querdurchschnitt durch die Aufschüttung; die eine Schienenreihe auf Steinblöcken, die andere auf hölzernen Querbalken ruhend; Fig. 3 ist die andere Hälfte des Grundrisses und zeigt die Befestigung der Schienenstühle auf hölzernen Balken (Sleepers, engl.); Fig. 4 ist ein Längendurchschnitt der Bahn; Fig. 5 und 6 sind verschiedene Ansichten von Stühlen, welche die Befestigung der Schienen in denselben verdeutlichen. a. sind die Schienen, hier Parallelschienen; b. die Stühle; c. die Steinblöcke; d. die hölzernen Balken oder Lager. Man hat auf der London-Birmingham-Eisenbahn besonders zweierlei Arten von Befestigung der Schienen in den Stühlen angewendet, wie die Fig. 5 und 6 zeigen. Gewöhnlich wird die in Fig. 5 dargestellte Methode angewendet. Eine Seite von dem vorstehenden untern Rande der doppelt T förmigen Schienen, von denen 3 laufende engl. Fuß oder 1 Yard 65 Pfund wiegen, tritt in eine Vertiefung des Stuhls und wird durch Keile k darin festgehalten. Aehnlich ist auch die Befestigung der Schienen in den Stühlen auf der Nürnberger Bahn (Fig. 1, Taf. XLV), wobei dieselben Buchstaben dieselben Gegenstände bezeichnen. Noch einfacher ist die in Fig. 7, Taf. XLV dargestellte Methode bei den ältern Bauchschienen auf der Liverpool-Manchester-Bahn; und eben so ist sie auch neuerlich wieder auf der Greenwich-Eisenbahn angewendet. Auf der Birmingham-Bahn (Fig. 5, Taf. XLIII und XLIV) sind die sehr schweren Schienen nun noch außerdem durch eiserne Bolzen l und durch ein Splett m befestigt. Das Loch in der Schiene, durch welches der Bolzen oder Nagel geht, ist in der Längenrichtung etwas oval, damit sich die Schiene ohne Nachtheil ausdehnen oder zusammenziehen kann.

Die andere Art der Befestigung der Schienen in den Stühlen auf der Birminghambahn ist in Fig. 6 dargestellt. Sie rührt von Stephenson her und die einfach T förmigen Schienen wiegen 50 Pfund das laufende Yard. Die Schienen sind nämlich in der Nähe des untern Randes mit einer Nuth versehen und die Stühle haben einen solchen Einschnitt, daß die Rippe der Schiene genau hineinpaßt. Von der Seite her geht ein Bolzen k durch den Stuhl, sein unteres, zugeschärftes Ende tritt in die Nuth der Schiene und wird durch die Feder m darin erhalten. Da wo die Schienen wechseln, greifen sie, wie Fig. 10, Taf. XLIV, zeigt, über einander, und dann ist noch ein zweiter Bolzen k' und eine zweite Feder m' auf der entgegengesetzten Seite von der ersten vorhanden.

Wir machen über die Form der Stühle und die Mittel, die Schienen in denselben zu befestigen, noch die folgenden, von Herrn Barlow (Karstens Archiv, 2. Reihe, IX, 537) entlehnte allgemeine Bemerkungen.

Nach der genauesten Untersuchung aller verschiedenen Arten von Stühlen, Keilen oder Stiften und Ausfüllungsstücken auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, erscheint keine einzige Form so einfach und passend, um der Schiene einen festen Ruhepunkt zu verschaffen, als die, welche für die Schienen von einfacher T Form angewendet worden ist. Man würde auch wohl kaum von dieser Form der Stühle abgewichen sein, wenn es nicht wegen der untern Verstärkung der Schienen nothwendig geworden wäre.

Um beides mit einander zu vereinigen, erscheint der Vorschlag von Hrn. Sinelair am zweckmäßigsten, die Schienen so zu walzen, daß sie an ihren Enden und an jedem Auflagepunkte eine einfache Rippe von gleicher Breite mit der untern Leiste oder Verstärkung bilden.

Im Allgemeinen würde auf diese Weise Taf. XLIII und XLIV, Fig. 7 der Querschnitt der Schienen sein; Fig. 8 der Querschnitt der Schiene an jedem Auflagepunkte auf eine Länge von etwa 3 Zoll, oder auch nach Fig. 9 gestaltet, wenn diese Form beim Walzen herzustellen wäre.

Hierdurch werden folgende Vortheile erreicht:

1) die Verbindung der Schienen und Stühle ist so einfach und fest, wie bei den einförmigen T förmigen Schienen;

2) der Vortheil der untern Verstärkung der Schienen wird beibehalten;

3) die Auflagefläche der Schienen in den Stühlen ist so breit, als thunlich und als sie nützlich sein kann;

4) im Falle ein Mittelblock (d. h. derjenige, auf dessen Stuhl die Schiene blos aufliegt, ohne daß dort ein Wechsel stattfindet) sinkt, so wird die doppelte Länge der Schiene, welche frei liegt, stärker sein, als bei irgend einer andern Constructionsart.

Dieser letztere Vortheil ist nicht unbedeutend. Es ist zwar ein Vortheil der Fischbauchschienen von Stephenson angegeben worden, daß sie sich bei dem Sinken der Unterlagen leichter biegen und denselben folgen können, doch ist nicht wohl einzusehen, daß dies ein Vortheil sei.

Das Herausheben der Schienen aus den Stühlen kann wohl kaum besser verhütet werden, als durch die Stifte oder Bolzen, welche Stephenson gegenwärtig anwendet (s. Fig. 5, XLIII und XLIV).

Hr. Locke hat eine zweckmäßige Veränderung an demjenigen Theile der Stühle angebracht, auf welchem die Schiene unmittelbar aufruht. Wenn dieser Theil nämlich, wie gewöhnlich, und wie Fig. 12, Taf. XLIV, im Querdurchschnitt eines Stuhls zeigt, ganz eben ist, und die Schiene durch eine Last in der Mitte niedergedrückt wird,

---

* Nach Brees, Railway-practice.

** Nach Scharrer, Verhandlung über die Ludwigs-Eisenbahn.

Digitized by Google

so fällt die Berührung der Schiene und des Stuhles auf die Kante der Auflagerfläche, und das darüber hinausreichende kurze Ende der Schiene wird mit einer so großen Gewalt in die Höhe gerichtet, daß es auf keine Weise zurückgehalten werden kann. Was aber so nicht mit Gewalt verhindert werden kann, wird ganz umgangen, wenn diese Auflagerfläche eine geringe Krümmung erhält, wie Fig. 13 zeigt, wodurch bei dem Niederdrücken der Schiene dieser Berührungspunkt eine immer tiefere Lage annimmt, anstatt das Heben des Endes zu veranlassen. Diese Krümmung ist nur sehr gering, kaum ohne Messung bemerkbar; sie verhindert aber dennoch eine höchst nachtheilige Einwirkung auf die Lager. Auf der Nürnberger Bahn hat man den Zwischenstühlen einen ebenen Boden, und den Stühlen bei den Stoßfugen eine Krümmung gegeben, wie die obigen Fig. 12 und 13, Taf. XLIV, zeigen, die von dieser vortrefflichen Bahn entnommen worden sind.

Eine andere höchst nachtheilige Einwirkung, welche durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Schienen bei Temperaturveränderungen entsteht, sobald alles vollkommen festgekeilt ist, wird durch die empfohlene Art der Befestigung vermieden. Das kleine Loch in der Schiene, durch welches der Stift hindurch geht, kann erweitert werden, oder erweitert sich selbst, so daß der erforderliche Spielraum für diese Bewegung der Schienen entsteht, ohne einen Nachtheil für die Tragfähigkeit derselben. Wird nun ein Stift oben in der Mitte der Schiene fester eingetrieben als die andern, so erhält man dadurch einen unbeweglichen Punkt, von dem aus die Ausdehnung und Zusammenziehung nach den Enden der Schiene hin und vor sich gehen kann.

Die Erfahrung wird übrigens noch lehren, ob die spitzen, oder scharfen, meißelförmig endenden Stifte besser sind. Die Keile bestehen entweder aus getempertem Guß- oder aus Schmiedeeisen; erstere werden jedoch bei einem Wechsel der Schienen nicht angewendet. Ihre Form ist verschieden und wird aus den Abbildungen deutlich. Hin und wieder wendet man auch hölzerne Keile an. Gewöhnlich liegen die Keile horizontal und werden von der Seite zwischen den Stuhl und die Schiene eingetrieben. Auf einem Theil der Leeds- und Selby-Eisenbahn hat man jedoch senkrecht eingetriebene Keile angewendet, und zwar werden in die Stühle mit Schienenwechseln zwei eingetrieben. Jedoch scheint diese Art der Befestigung der Schienen in den Stühlen nicht allgemeiner in Anwendung gekommen zu sein, weshalb wir sie nicht näher beschreiben, auf Taf. 56 von der Railway-practice verweisend, die Abbildungen dieser Verkeilung enthält.

Construction der Wechsel der einzelnen Schienen.* — Nach sorgfältiger Untersuchung der Wechsel an den einzelnen Schienen auf der Liverpool-Manchester Bahn, scheint etwa der sechste Theil der Wechsel mit ganz geraden Kopfenden so vollkommen als möglich zu sein; ein anderes Sechstel so schlecht, als schlechte Arbeit und Nachlässigkeit es machen kann, und die übrigen $^2/_3$ liegen zwischen diesen äußersten Gränzen.

Die Vollkommenheit dieser Wechsel beruht:

1) auf der Gleichförmigkeit der Größe und Gestalt des Querschnittes der Schiene;

2) auf der geraden Richtung und ebenen Fläche der Schiene nach ihrer Länge;

3) auf der rechtwinkeligen Lage der Endflächen gegen die Längenare der Schiene;

4) auf der Gleichförmigkeit der Größe und Gestalt der Oeffnung in dem Stuhle.

Wenn diese Bedingungen vollständig erreicht werden, so unterliegt es keinem Zweifel, daß diese Wechsel so vollkommen als möglich sein werden. Hierzu wird man aber gelangen, wenn diese Bedingungen bei den Lieferungscontracten der Schienen und Stühle für neu anzulegende Bahnen gestellt werden. Die Erfüllung derselben wird den Eisenhüttenwerken gewiß gelingen. Ohne dergleichen Bedingungen wird aber nie in der Ausführung von Eisenbahnen weiter fortgeschritten, weshalb es nothwendig ist, besonders darauf aufmerksam zu machen.

Es ist nur nöthig, zu bemerken, welche Genauigkeit bei dem Gießen von Bomben und eisernen Kugeln erreicht wird, um einzusehen, daß eine solche auch bei den viel leichter zu gießenden Lagern oder Stühlen mit Sicherheit erlangt werden würde; vielleicht mit einigen Mehrkosten, die aber gewiß gegen die Unterhaltung, welche aus der unvollkommenen Herstellung derselben gegenwärtig hervorgeht, gering sein würden.

Die Unregelmäßigkeiten in der Biegung der Schienen, welche auf allen Eisenbahnen mehr oder weniger wahrzunehmen sind, können beinahe durchweg dem schlechten Zustande der Wechsel an den einzelnen Schienen zugeschrieben werden. Man darf nur an die Wirkung eines mit 3 Tonnen belasteten Rades denken, welches eine Geschwindigkeit von 30 bis 32 Englischen Meilen in der Stunde besitzt und von der eine Schiene auf die andere $^1/_8$ bis $^1/_4$ Zoll herabfällt, oder welches in die Oeffnung zwischen zwei Schienen einsinkt, um hiervon überzeugt zu werden.

Die Größe der Bewegung wurde an einem Block der Liverpool-Manchester-Bahn gemessen, auf dem ein schlechter Wechsel statt fand, und alsdann derselbe hergestellt, in Ordnung gebracht und die Messungen mit dem Deflectometer fortgesetzt. Bei dem Uebergange des Dampfwagens Swistsure ergab sich für den schlechten Wechsel im Mittel 0,032 Zoll und für den hergestellten Wechsel 0,021 Zoll für die Größe der Bewegungen; dieselben verhalten sich also bei den schlechten und guten Wechseln beinahe wie 3 : 2.

Die übergreifenden Wechsel (Taf. XLIV, Fig. 10, und Taf. XLV, Fig. 8) werden unnöthig, sobald als die gerade abgeschnittenen Schienen-Enden und die Lager gut ausgeführt werden; ihre Anfertigung ist weit mühsamer und kostbarer, als bei gerade abgestumpften Enden.

Befestigung der Stühle auf den Blöcken.* — Dieser Gegenstand ist unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Einmal kommt es auf die Befestigung und das Losmachen eines Stuhles für den Fall an, daß dies nöthig wird, und zweitens darauf, daß der Stuhl vollkommen sicher mit dem Blocke verbunden bleibt.

Die gegenwärtig allgemein angewendete Methode, hölzerne Pflöcke in die Steinblöcke zu treiben, und in diese eiserne Stifte (Nägel) zu schlagen, erfüllt ihren Zweck, und es ist daher nicht erforderlich, auf einen früheren Vorschlag zurück zu kommen, wonach eiserne Bolzen durch den

* Ebenfalls nach Barlow, a. a. O. S. 539.

* Nach Barlow.

Digitized by Google

ganzen Stein gehen sollten, um damit oben den Stuhl zu verbinden, welcher sich in der Erfahrung nicht bewährt hat.

Die Art der Befestigung der Stühle auf die Blöcke, wird aus den Fig. 5 und 6, Taf. XLIII und XLIV und aus Fig. 1, Taf. XLVI (Nürnberg) deutlich. e bezeichnet auf sämmtlichen Figuren die eisernen Nägel, welche auf der Birmingham-Bahn stumpf und rund, auf der Nürnberger spitz und eingezakt sind; damit sie fester halten, sind die hölzernen Nägel f, die zuerst in die Steine eingetrieben werden, aus Eichenholz. Auf der Nürnberger Bahn sind die untern Enden der hölzernen Nägel f geschlitzt und es ist ein kleines hölzernes Keilchen eingesteckt, welches sich beim Einschlagen des Nagels eintreibt und zur Befestigung desselben in dem Stein beiträgt. Zwischen den Stühlen und Blöcken hat man auf der Nürnberger Bahn mit Theer getränkte Filzlappen g gelegt, um eine etwas nachgebende Unterlage zu bilden. Auf der Birmingham-Bahn liegen die Diagonalen der Blöcke mit den Schienen parallel; auf der Nürnberger und den meisten andern dagegen die Seiten.

Stellt man die Hauptresultate zusammen, welche sich aus dem Vorhergehenden ergeben, so dürften es etwa folgende sein:

1) Es ist vortheilhaft, das Gewicht der Schienen, oder ihren Querschnitt zu vergrößern, so weit die vergrößerten Anlagekosten es erlauben, und dagegen die Anzahl der Unterlagen zu vermindern.

2) In Einschnitten oder überhaupt auf einem festen Boden reicht die Größe der Blöcke, nämlich für Mittelblöcke 4 Cubikfuß, für Endblöcke 5 Cubikfuß, bei einer mittleren Entfernung derselben von einander bis zu 5 Fuß aus; auf aufgeschütteten Dämmen hingegen ist die Größe der Blöcke zu erhöhen. Versuche müssen über das Maaß dieser Vergrößerung entscheiden.

3) Die Unterhaltungskosten werden nach einer kurzen Zeit im Verhältniß zu der Anzahl der angewendeten Blöcke stehen; aber nicht unter dieses Verhältniß herabsinken.

4) Die doppelt T förmigen Schienen stehen denjenigen nach, welche eine schmalere untere Verstärkung haben, wie sie im Vorhergehenden ausführlicher beschrieben worden sind.

5) Der Vorschlag von Hrn. Sinclair, den Schienen an den Auflagepunkten eine einfache Rippe zu geben, verdient Empfehlung.

6) Die Form der Stühle und die Art, die Schienen darin zu befestigen, welche Stephenson anwendet, ist bei der vorgeschlagenen Art von Schienen so einfach und gut, als möglich.

7) Die Art der Befestigung der Stühle auf den Steinblöcken ist erfahrungsmäßig ausreichend, und bedarf keiner Abänderung.

8) Durch keine Abänderung der Form der Schienen und Stühle werden große Vortheile zu erreichen sein, so lange keine größere Aufmerksamkeit auf die Form und die Dimensionen der Schienen und Stühle, auf den Parallelismus der Unterlagen und die Mittel verwendet wird, welche die Ausdehnung und Zusammenziehung der Schienen möglich machen.

Endlich müssen wir hier noch bemerken, daß die Löcher in den Stühlen etwas vorstehende Ränder haben müssen, um den Schlägen des Hammers beim Eintreiben der Nägel besser widerstehen zu können.

Die Befestigung der Stühle auf den Steinblöcken oder Tragsteinen geschieht, ehe diese letztere gesetzt worden sind.* Man nimmt Sandstein, Granit, Grünstein oder überhaupt jede Steinart, welche dem Frost und der Ausdehnung der hölzernen Pflöcke widersteht, zu den Blöcken. Erstere müssen nicht parallel mit, sondern rechtwinklig auf den Schichtungsklüften des Sandsteins gelocht werden, weil sie sonst zu leicht spalten. Eine gute Qualität der Steine ist sehr wesentlich, denn sonst zerspringen nicht allein bei der Befestigung der Stühle sehr viel, sondern auch bei starken Frösten im Winter; die Auswechselung der Steine ist nicht allein sehr kostbar, sondern auch sehr störend für den Verkehr auf der Bahn und muß daher wo möglich des Nachts geschehen. Bei dem Lochen der Steinblöcke benutzt man eine Steinbohrmaschine.

Nachdem nun die Dammarbeiten auf der Straßenlinie, von denen wir schon weiter oben geredet haben, vollendet worden sind, schlägt man Pfähle ein, deren Köpfe gleiche Höhe mit der Oberfläche der zu legenden Schienen haben und welche mit der Nivellirwage genau abgewogen werden. In den Linien der Schienen wirft man der Länge nach Gräben auf, welche die Steinblöcke aufnehmen sollen. Den Boden der Gräben sucht man durch Rammen möglichst fest zu machen.

Zuerst setzt man diejenigen Steine, welche unter die auf die Pfähle treffenden Stöße der Schienen zu liegen kommen; sodann die Steine unter den übrigen Stößen. Die Stellen derselben giebt die Mittellinie; ihre Höhe findet sich durch Steinsetzervisire, auf die Schienenstühle der zuerst gelagerten Steine gesetzt. Nachdem alle Steine unter die Schienenstöße gesetzt sind, giebt eine Schnur, von dem Boden eines Schienenstuhls bis zu dem des nächsten ausgespannt, die Stelle und Höhe der zwischenliegenden Steine an. Auf der Nürnberger Bahn hat man von 300 zu 300 Fuß, sogenannte Normalsteine gelegt, die 6 ½ Fuß lang sind, d. h. über die ganze Bahn gehen, gleiche Breite mit den übrigen (1 ½ F.) und eine Höhe von ebenfalls 1 ½ Fuß haben, wogegen die übrigen nur 15 Zoll hoch sind. Sie dienen hauptsächlich zur genauen Bestimmung der Breite der Bahn, haben aber auch den Zweck, das Seitwärtsdrängen der Schienen durch die Räder der Fuhrwerke zu verhindern. Diese Vorsicht, durch welche die Breite der Bahn erhalten wird, ist auf weichem Boden und auf aufgeschütteten Dämmen sehr nothwendig und wenig kostbar, weil man die Querstücke zugleich zu der vorläufigen Straße, zum Transport der Erde benutzen kann.

Hierauf werden die Schienen zur Stelle gebracht, auf einem ambulanten Amboß genau gerichtet und dann in die Schienenstühle gelegt und festgekeilt. Man muß dahin sehen, daß die Schienen genau auf dem Boden aller Stühle auf- und daß sie gleich hoch und gerade liegen.

Der Rest der Gräben wird nun mit Sand, Kies oder zerschlagenen Steinen ausgefüllt, die stark gegen die Tragsteine gestampft und mit einem Rammklotz wiederholt festgerammt werden. Zuweilen hebt man auch, statt Gräben, den Boden in der ganzen Breite der Straße aus.

Es ist vorzüglich nothwendig, daß die Steine nicht

* Das Folgende ist nach Minard's Vorlesungen und nach unserem Handbuch über Anlage von Eisenbahnen ꝛc. bearbeitet.

Digitized by Google

wanken, und daß sie mit allen Punkten ihrer untern Fläche den Boden berühren. Bei Liverpool und auch bei Nürnberg ist man daher beim Setzen der Steine auf folgende Weise verfahren. Eine Art von Dreifuß, 5½ Fuß hoch, diente zum Auflager eines 13 bis 16 Fuß langen Hebels. Am Ende des langen Arms desselben waren Zugseile geknüpft, wie bei einer Ramme, um den Hebel herunter zu ziehen. Am Ende des andern, kurzen Hebelarms war eine Kette angebracht, die mittelst eines Hakens in den schon am Steine befestigten Schienenstuhl griff. So hob man den Stein, welcher gegen 6 Centner wog, auf, rammte mit ihm selbst, indem man ihn wieder fallen ließ, den Boden fest, der nun zugleich genau die Gestalt der kleinen Unebenheiten der untern Fläche des Steins annahm. Man hat dieses Verfahren sehr gut befunden, und man bedient sich seiner bei Liverpool fortwährend und bei Nürnberg noch neuerlich, obwohl es scheint, daß dadurch die Befestigung des Schienenstuhls am Steine leiden müsse.

Häufig füllt man den Boden der Gräben unter den Schienen mit einem Bett von zerschlagenen Steinen, 9½ Z. hoch, aus, auf welches man die Tragsteine setzt. Durch dieses sehr zweckmäßige Verfahren erlangt man viele Festigkeit, und der Abfluß des Wassers geschieht durch kleine Kanäle, von Strecke zu Strecke. Man hat ein solches Steinbett bei Leeds und Selby und bei Nürnberg (siehe Fig. 1 — 4, Taf. XLV) gemacht; auf weichem Boden ist ein solches Verfahren unerläßlich. Die zerschlagenen Steine werden sich unter den Stößen der Wagen auf ähnliche Weise verhalten, wie unter den gewöhnlichen Fuhrwerken; sie werden sich zusammendrängen, in einander keilen, und also zuletzt weniger Raum einnehmen. Die Schienen müssen also sinken; aber da die Steine einander gleich vorausgesetzt werden können, so wird solches gleichförmig geschehen.

Die Schienen dürfen nicht scharf zusammenstoßen; es muß zwischen zwei Schienenenden ein Spielraum von 1 bis 1½ Linien bleiben, so viel, als eine Schiene von 14½ Fuß Länge sich ausdehnen kann, wenn man annimmt, daß sie bei 0° Wärme gelegt wird und die größte Sonnenwärme nicht über 32° R. steigt. Der Zwischenraum darf aber, verdoppelt, nur bei der je zweiten Schiene gelassen werden, und die Schienen können paarweise einander unmittelbar berühren. Aber nicht weiter dürfen die Zwischenräume von einander entfernt werden, weil sonst die Schienen nicht frei genug auf den Stühlen würden gleiten können.

Zuweilen neigt man die Oberfläche der Schienen ein wenig gegen einander, um die Wagen um so besser in die Bahn zu drängen. Diese Neigung ist insbesondere den konischen Rädern angemessen.

Die Stöße der Schienen in den beiden Linien können auf verschiedene Weise angeordnet werden. Bei Liverpool scheint es, als habe man anfänglich die Stöße der einen Linie den Mitten der Schienen in der andern Linie gegenüber gelegt. Dies hat sich aber durch die allmähligen Ausbesserungen und Erneuerungen der Schienen verändert. Bei Lyon, bei Nürnberg ꝛc. sind die Schienenstöße einander gegenüber gelegt worden. Bei der ersten Art kann ein Stoß nie von mehr als einem Rade getroffen werden; bei der zweiten Art werden zwei Stöße zugleich getroffen; aber der Parallelismus der Schienen läßt sich

bei der zweiten Art besser erhalten, weil ein Querstück zwei Stöße und folglich 4 Schienen auf einmal verbindet.

Hieran schließt sich die von Daglish angegebene Befestigungsart der Stühle an die Blöcke, welche von der London-Birmingham-Eisenbahn-Compagnie verworfen, von Barlow empfohlen, und Vignoles als Erfinder zugeschrieben wird. Fig. 18 auf Taf. XLV, zeigt einen Zwischenstuhl auf einem 10 — 12″ dicken Steine von 4 bis 5 Kubikfuß Inhalt mit Bolzen von ⅞″ befestigt, deren Köpfe unten 1½ — 2″ in den Stein versenkt und die oben durch Keile angezogen werden, welche sich bei weitem vortheilhafter bewähren als Schraubenbolzen, da in den letztern die Mutter mit der Spindel fest zusammenrostet. Die Schiene, welche Daglish als besonders zweckmäßig empfiehlt, ist von doppelter T-Form und wiegt 50 Pfd. auf das Yard. Soll sie noch schwerer gefertigt werden, so empfiehlt Daglish, oben und unten an Breite zuzusetzen, den untern Ansatz nicht scharf, sondern mehr mit verbrochenen Kanten zu machen, und den obern platten Theil mehr einseitig zu verstärken.

Um den Parallelismus der Bahn möglichst zu erhalten und überhaupt dem Planum mehr Festigkeit zu geben, hat man auf der Dublin-Kingston-Bahn die einzelnen gegen einander überliegenden Blöcke durch starke eiserne Stangen mit einander verbunden, da es immer schwer hält, so große Steine zu erhalten, welche die Quere der ganzen Bahn einnehmen. Es werden aber durch diese Stangen die ersten Anlagekosten außerordentlich erhöhet.

Die Breite oder Spurweite der Eisenbahnen von dem Mittelpunkte einer Schienenreihe bis zu dem Mittelpunkte der andern oder die Spurweite der Wagen beträgt 4 bis 6 Fuß und schwankt innerhalb dieser Gränzen. Die meisten Bahnen in England und Amerika sind zwischen 4 bis 5 Fuß breit; die St. Petersburger hat 6 Fuß Spurweite, die von London nach Bristol 7 Fuß.

Unter die Vortheile der größern Spurweite würde Folgendes zu setzen sein: Der Wagen wird stabiler und kann schneller gehen, ohne der Gefahr, von der Bahn zu weichen, ausgesetzt zu sein; die Durchmesser der Räder können bei gleicher Sicherheit größer werden, woraus eine Verminderung der Kolbenspiele und eine Abnahme der Widerstände in der Maschine folgt; die einzelnen Maschinentheile brauchen nicht so nahe neben einander gelegt zu werden und gestatten eine größere Entwickelung und vortheilhaftere Anordnung; der Kessel kann größer sein und mehr Dämpfe entwickeln; der Wagen wird durch kleine Unregelmäßigkeiten im Legen der einzelnen Schienen weniger betheiligt, und die partiellen Niederpressungen der Schienen äußern einen weniger nachtheiligen Einfluß, wodurch das Zittern des Wagens vermindert wird. Hierzu kommt noch, daß die Last auf dem Wagen besser vertheilt werden kann, daß größere Bequemlichkeit den Passagieren und größerer Raum den Waaren gewährt werden kann. — Die Nachtheile einer Vergrößerung der Spurweite sind: daß ein beträchtlicheres Schleifen der Radkränze an den Schienen, in Folge des Unterschiedes der äußern und innern Schienenlänge bei Biegungen eintritt; daß die gesammten Anlagekosten beträchtlicher werden; daß einzelne Theile des Wagens, namentlich die Hauptwellen, stärker gefertigt werden müssen. —

Digitized by Google

Im Allgemeinen scheinen die Vortheile die Nachtheile zu überwiegen.

Wir machen nun hier noch einige allgemeine Bemerkungen über die gewöhnlichen Kantenschienen. Man walzt die Schienen gewöhnlich 15 Fuß lang; an den Enden läßt man sie jetzt meistens stumpf zusammenstoßen. Sie werden, wie schon bemerkt, meistens alle 3 Fuß, also fünfmal unterstützt. Die Tragsteine sind gewöhnlich 1 1/2 Fuß lang, 1 1/2 Fuß breit und 1 Fuß hoch. Die Schienenstühle wiegen gewöhnlich 18 bis 22 Pfund und die an den Wechseln der Schienen 21 bis 28 Pfund; auch ist es zweckmäßig, die Tragsteine oder Blöcke unter den Wechseln auch etwas stärker zu machen.

Die Breite der untern Verstärkung der Schienen ist für verschiedene Entfernungen der Unterlagen, auf 1 1/2 bis 1 2/3 Zoll beschränkt worden, obgleich nach gewissen theoretischen Ansichten eine Vergrößerung ihrer Breite, bei Verminderung ihrer Höhe, eine größere Tragfähigkeit hervorbringen würde, so daß nach Barlow's Ansichten hiernach die doppelte T Form die beste wäre, welche Meinung jedoch bei weitem nicht die allgemeine ist. Die untere Verstärkung wirkt nur durch die Spannung, in welche sie durch die Wirkung der Mittelrippe versetzt wird; diese Wirkung erstreckt sich aber bei einem dehnbaren Körper, wie das gewalzte Eisen, auf die unmittelbar unter der Mittelrippe liegenden Theile und nur mit Abnahme auf die seitwärts liegenden, daher eine Verbindung der untern Verstärkung sehr wenig oder gar nichts zu seiner vermehrten Tragfähigkeit der Schiene beiträgt. Die Gränzen der Schwere der Schienen sind sehr verschieden; in England macht man die leichtern, die einfachen T Schienen gewöhnlich 40, und die doppelten T Schienen gewöhnlich bis 60 oder 70 Pfund schwer.

Die Vortheile, welche man übrigens außerdem bei der doppelten T Form der Schienen zu erreichen beabsichtigte, sind mehr scheinbar als wirklich begründet. Nachdem die obere Leiste durch den Gebrauch abgelaufen wäre, wollte man dieselbe umkehren, um die untere Leiste in Gebrauch zu bringen; doch läßt sich zeigen, daß dieselben immer am stärksten sein werden, wenn man sie nicht umkehrt. Man wollte gleich anfänglich die Wahl haben, um die am besten hergestellten Leisten oben zu nehmen; es würde jedoch viel besser sein, die Schienen so regelmäßig herzustellen, daß keine Wahl nothwendig würde.

Dieselben gewähren ein sehr breites Anflager in den Stühlen, doch scheint hiermit kein Vortheil verbunden zu sein, sobald diese Breite eine gewisse Gränze übersteigt. Diese Schienen können mit hölzernen Keilen in den Stühlen befestigt werden; doch ist es gewiß besser, die Einrichtung so zu treffen, daß gar keine Verkeilung nöthig wird. Diejenige Form, welche in dem Vorhergehenden als die beste angenommen worden ist, wird daher auch im Allgemeinen anerkannt.

Um die Verhältnisse der Tragfähigkeit der Schienen von doppelter T Form zu prüfen, ließ Barlow an einer derselben die untere Leiste von beiden Seiten 1/2 Zoll tief bis auf die Stärke der Mittelrippe wegmeißeln, so daß sie nur 1 1/2 Zoll anstatt früher 2 1/2 Zoll breit war, und sie zeigte noch, wenigstens bei den Versuchen, eine eben so große Tragfähigkeit, als die ganzen Schienen im Durchschnitt besitzen, obgleich 1/4 des ganzen Querschnittes fortgenommen worden war. Wäre diese Eisenmasse zweckmäßiger vertheilt, so hätte nothwendig eine viel stärkere Schiene, als die ursprüngliche, erhalten werden müssen.

2) Sogenannte Belgische Construetionsart, mit massiven, gewalzten eisernen Schienen, von Querhölzern getragen.

Man kann diese Art füglich die belgische nennen, weil sie bei Brüssel insbesondere zuerst in größerer Ausdehnung einer Bahn befolgt worden ist, obgleich man sie früher schon auf englischen, amerikanischen und auf der Nürnberger Bahn an solchen Stellen (wie z. B. Dämmen) angewendet hat, an denen das Terrain noch nicht fest war, so daß man eine bessere Tracht durch die größere Grundfläche der Hölzer und eine Verhinderung des Einsinkens der Bahn bezweckte.

Es werden runde Stämme von Eichen-, Tannen- oder anderem Holze, von mindestens 12 Zoll im Durchmesser, mitten durch ihre Are hindurch zersägt, und von den so entstehenden, im Querschnitte halbkreisförmigen Hälften werden 9 Fuß lange Stücke, von 3 zu 3 Fuß, mit der gesägten platten Fläche nach unten, quer über die Straße, unter die Schienen gelegt. Die Querhölzer werden nur an den beiden Stellen etwas beschlagen, wo die Schienenstühle hintreffen; oder auch es werden die vollen Stämme quadratisch behauen, oder es werden von denselben die vier Schwarten abgeschnitten. Die Fig. 2 und 3, Taf. XLIII und XLIV, zeigen eine solche Fundamentirung, entlehnt von der Birmingham-Bahn, wobei a die Schienen, b die Stühle und d die Querhölzer sind. Eine andere Construction dieser Art, Fig. 4, Taf. XLV, in einer Längenansicht dargestellt, ist von der Nürnberger-Bahn entnommen. Die Hölzer sind hier nicht behauen. Die Schienenstühle werden am besten vermittelst durchreichender eiserner Bolzen, die unten einen Kopf, oben aber eine Schraube mit Mutter haben, an die Hölzer festgeschraubt, gewöhnlich aber nur mit starken Nägeln aufgenagelt. In die Schienenstühle werden die Schienen, wie bei der englischen Art, festgekeilt, und man kann sowohl leichte als schwere Schienen nehmen.

Gewöhnlich, wie u. A. bei Brüssel, hat man die Querhölzer unter den Schienen auf den bloßen Sand gelegt, und das Wasser vom Damm durch Rinnen von behauenen Steinen abgeleitet. Besser und dauerhafter aber wird es sein, sie auf einen Steinschlag zu legen, wie bei Nürnberg, Fig. 4, Taf. XLV, oder bei St. Petersburg, der oben, nach der Breite des Dammes rinnenförmig, so gemacht werden kann, daß in den Rinnen das Wasser schnell und leicht abfließt.

Man kann hier die, wegen des leicht vergänglichen Holzes sehr bedeutenden Erhaltungskosten ansehnlich vermindern, wenn man statt der hölzernen Quer-Unterlagen steinerne, von Granit, legt, die schon weiter oben, bei der Nürnberger Bahn, als sogenannte Normalsteine erwähnt wurden.

Die zweite der im vorigen Capitel ausgesprochenen Bedingungen, nämlich die der Unveränderlichkeit des Parallelismus der Schienen, erfüllt diese Constructionsart sehr vollkommen; denn auf den quer durchgehenden festen Unterlagen kann sich die Entfernung der Schienenreihen von ein-

Digitized by Google

ander, auf keine Weise ändern. Da, wo das Holz nicht sehr theuer, gute Steine aber selten sind und weit herbeigeschafft werden müssen, verdient diese Constructionsmethode den Vorzug.

Auch müssen wir hier noch einer Constructionsart von Schienen erwähnen, die bis jetzt freilich nur bei der Grubenförderung angewendet worden, daher nur bei leichtern Belastungen zweckmäßig ist, die aber doch einer kurzen Erwähnung verdient und besonders bei temporären Bahnen zweckmäßig ist. Die Querhölzer, welche von Mitte zu Mitte 30 Zoll auseinander liegen, erhalten in der Linie der Schienen Einschnitte von 7 Lin. Tiefe und 4 Lin. Weite. In diese Einschnitte werden die 4 Linien starken und 21 Linien hohen gewalzten Schienen gelegt und durch Haken festgehalten, die um einen Nagel an der Seite der Querbalken beweglich sind, und in Löcher greifen, die 7 Lin. von der untern Kante der Schienen und 30 Z. von einander entfernt sind. Durch diese Haken werden die Schienen fest auf den Lagern erhalten. Man wird einsehen, daß sich eine solche Bahn leicht legen und wieder wegnehmen läßt; bei temporären Bahnen ein großer Vorzug. Außerdem zeichnet sich die Construction durch Wohlfeilheit und Dauerhaftigkeit aus. Die darauf angewendeten Förderwagen haben Räder mit doppelten, oder zu beiden Seiten vorhandenen Radkränzen. (Karstens Archiv, 2. Reihe, X, 731 ꝛc. Eine ähnliche Construction ist auch beschrieben in den Annales des Mines, 1836, 6. liv. p. 428 etc.)

3) Sogenannte Amerikanische Constructionsart, mit dünnen, auf hölzernen Balken ausgestreckten Schienen.

Man construirt die sogenannten eisenplattirten Bahnen in Nord-Amerika, wie die vorn angeführte Schrift des Major Poussin sehr speziell nachweist, auf sehr verschiedene Weise. Als die bessere Art dürfte die zu betrachten sein, welche auf einen Steinschlag ausgestreckte Schwellen und über diese etwa alle 4 Fuß gekämmte Querhölzer hat, auf welche, nach der Länge der Bahn, die Schienenbalken gestreckt werden, die dann die eisernen Schienen tragen. Die Fig. 10, Taf. XLV, zeigt eine solche Construction in einer Queransicht, entnommen von einer amerikanischen Bahn. Aehnlich wird die, von der Herzoglich Braunschweigischen Regierung von der Residenz nach dem Harz angelegten Bahn eingerichtet; nur sind die gewalzten Schienen etwas stärker und ihre obere Fläche ist etwas abgerundet. Da das große Uebel der hölzernen Bahnen in der leichten Vergänglichkeit des Holzes besteht, und diese wieder sehr gefördert wird, wenn das Holz unmittelbar auf dem Erdboden, oder gar halb in, halb über der Erde liegt, so muß man die Hölzer, wenigstens diejenigen, welche zunächst die Schienen tragen sollen, möglichst über den Boden erhöht legen, damit sie von der Luft frei umspielt und so schneller getrocknet werden können. Die Querhölzer sind sehr wesentlich nöthig zur Erhaltung des Parallelismus der Schienen. Ferner sind die bloß platten eisernen Schienen nicht zweckmäßig, einestheils, weil die Köpfe der Nägel, vermittelst welcher sie auf den hölzernen Balken befestigt werden, immer, auch wenn man sie versenkt, die Bahn mehr oder weniger uneben machen; anderntheils, weil dann das Holz an der Seite, wo der Spurkranz der Räder anstreift, gar nicht durch Eisen armirt ist.

Zu den Langhölzern kann nur gutes, gerade gewachsenes, vollkantiges Holz genommen werden. Dadurch werden die Kosten bedeutend, und dennoch ist ein Werfen und Drehen der Hölzer nicht zu vermeiden, was besonders von jener Construction zu befürchten ist, welche Vignoles vorschlägt, der die Hölzer ohne tragende Querlager auf den Boden legt. Werden letztere angewendet, so müssen sie aus hartem Holze bestehen und müssen eine bedeutende Länge haben.

Hr. Crelle schlägt eine zweckmäßige Verbesserung der eisenplattirten Bahnen vor, die in Fig. 11, Taf. XLV, vorgestellt ist. Auf den Steinschlag A werden die Schwellen B, von 6 Zoll breit und 8 Zoll hoch, gestreckt. Sie sind deshalb höher als breit, damit sie möglichst schon über den Boden emporragen mögen. Auf diese Schwellen werden alle 4 Fuß die Querhölzer C, C, 1 Zoll tief eingekämmt. Diese können, wenn mit Dampfkraft gefahren wird, ganz frei über dem Boden liegen. Wird mit Pferden gefahren, so müssen sie freilich, wegen der Bahn für die Pferde, ganz verschüttet werden. Ueber die Querhölzer werden die Schienenbalken D, 6 Zoll breit und 8 Zoll hoch, 3 Zoll tief eingeschnitten, und noch 1 Zoll tief eingekämmt. Diese Schienenbalken sind oben, wie es die Zeichnung andeutet, ausgefalzt, damit die eisernen Schienen und der Druck der Wagenräder auf die Mitte der Balken treffe, und die Balken so besser tragen. Die Schienen pqr sind knieförmig, oben 2 Zoll breit und an der Seite 2 Zoll tief herunterreichend, welcher hinunterreichende Theil den doppelten Zweck hat, das Holz gegen das Anstreifen der Spurkränze der Räder zu schützen, und die Nägel aufzunehmen, vermittelst welcher die Schienen auf die hölzernen Balken befestigt werden, so daß sie dann oben ganz glatt bleiben können.

Die knieförmigen Schienen lassen sich ohne Schwierigkeit auswalzen. Alle Hölzer werden oben, nach der Breite, von der Mitte aus nach den Seiten abgeschrägt oder abgedacht, damit das Wasser weniger darauf verweilen möge. Der Damm erhält zwischen den Schienen, wie es die Figur zeigt, einen 2 Zoll dicken Steinschlag, welcher zu einer Decke dient, die das Wasser abhält, in den Damm zu dringen, auf welchem es vielmehr zwischen den Querhölzern abfließt. Es werden für den letzten Zweck die Schwellen B, je zwischen zwei Querhölzern, auf etwa 2½ Fuß Länge, noch so tief ausgekehlt, daß die Oberfläche gerade mit der Oberfläche des Steinschlages und der Steindecke gleich hoch und in der Profillinie desselben liegt. Zu den Balken werden die Hölzer so lang als möglich genommen, wenigstens 24 Fuß lang. In den Stößen werden sie, wie auf den Schwellen, 2 Fuß lang durch Hakenkämme mit einander verbunden, wie die Träger in Gebäuden. Kann man Eichenholz haben, so ist es natürlich besser als tannenes. Die Schienenbalken werden auf die Querhölzer noch durch eiserne Kniee befestigt.

Von den im vorhergehenden Capitel aufgestellten fünf Bedingungen, erfüllt diese Bauart die erste, der stetig fortlaufenden, festen Unterstützung, ziemlich vollkommen; denn, wenn gleich die Schienenbalken von 4 zu 4 Fuß frei liegen, so werden doch einestheils die Punkte selbst, in welchen sie unterstützt sind, sehr fest getragen; anderntheils können sich die hölzernen Balken auf 4 Fuß lang nur noch

Digitized by Google

unmerklich einbiegen. Die zweite Bedingung, die Erhaltung des Parallelismus der Schienen, wird durch die Querhölzer sehr gut erfüllt. Für den Abzug des Wassers, also für die Erfüllung der dritten Bedingung, ist ebenfalls gut gesorgt. Desto weniger erfüllt diese Bauart die vierte Bedingung, daß Reparaturen nur selten vorkommen und leicht zu machen sein sollen. Da das Holz so schnell vergänglich ist, so werden im Gegentheile Reparaturen sehr häufig vorkommen; auch lassen sie sich, weil die Holzverbindung aufgenommen, die Schienen gelöset und wieder aufgenagelt werden müssen, eben nicht schnell und leicht ausführen. Man könnte zwar sagen, das Holz lasse sich durch Ueberzüge von Theer, oder durch andere Anstriche, durch Brennen, und auf andere Weise dauerhafter machen; aber, entweder ist die Wirkung solcher Zubereitungen zweifelhaft, oder sie sind theuer, wie z. B. das neue, gepriesene Verfahren des Hrn. Kyan in London, welches darin besteht, das Holz mit einer Auflösung von Quecksilbersublimat zu bestreichen. 50 Kubikfuß Holz nach diesem Verfahren zuzubereiten, kosten in England 1 Pfund Sterling, also der Kubikfuß über 4 Sgr. (nach andern Angaben der Centner 8 Ggr.), welches etwa halb so viel ist, als in Deutschland neues Holz kostet. Es ist also zweifelhaft, ob die Kosten der Verwahrung des Holzes gegen die Vergänglichkeit mit dem Erfolge im Verhältniß stehen. Was den Kostenpunkt, die fünfte Bedingung betrifft, so sind zwar die ersten Anlagekosten geringer als bei dauerhafteren Constructionen; aber mit Rücksicht auf die Erhaltung ist eine eisenplattirte Bahn, wie man sieht, sogar theurer als eine Bahn mit massiven Schienen. Wo es darauf ankommt, erst nur mit möglichst geringen Kosten eine Bahn herzustellen; oder etwa da, wo es an Capital fehlt; oder aber, wo auf kein langes Bestehen der Bahn gerechnet wird, desgleichen da, wo noch Bauholz in Ueberfluß vorhanden ist, mögen Bahnen mit dünnen Schienen auf hölzernem Unterbau vortheilhaft und folglich rathsam sein; in allen andern Fällen aber empfehlen sie sich keineswegs durch Wohlfeilheit.

Außerdem haben aber die plattirten Bahnen noch manches Andere gegen sich. Dahin gehört zuvörderst, daß sie eine sehr große Menge Holz erfordern, daher dem allgemeinen Verkehr ein höchst nothwendiges Material entziehen. Sodann sind auch die unaufhörlichen Reparaturen ein Umstand, der geradezu dem wesentlichen Zwecke einer Eisenbahn, den Transport zu erleichtern und zu beschleunigen, entgegen ist. Nicht minder ist die Construction in einer gewissen Rücksicht gar nicht gefahrlos. Es wird nämlich nicht ausbleiben, daß, um zu sparen, oder wegen nicht guter Aufsicht, oder aus Mangel an Vorräthen von Holz und dergleichen, Ausbesserungen länger unterbleiben, als es sein sollte, und daß man einem Schienenbalken, wenn er schon faul und unhaltbar ist, zutraut, er werde doch wohl noch tragen. Dann kann er den Dienst versagen, und der Schaden für die Fuhrwerke ist da. Freilich kann eine eiserne Schiene, wenn sie als Balken tragen soll, ebenfalls brechen, aber weniger leicht. Endlich steht der plattirten Bahn sehr wesentlich der Umstand entgegen, daß auf derselben mehr Zugkraft nöthig ist, als auf festen Bahnen. Dieses ist eine vielfältig bestätigte Erfahrung, und die Erhöhung des Bedarfs an Zugkraft kann sehr bedeutend werden, wenn die Bahn nicht stets durch neue starke Hölzer

in dem besten Stande erhalten wird. Dieses ist wieder ein Umstand, welcher dem wesentlichen Zwecke von Eisenbahnen geradezu entgegenläuft.

Die plattirten Bahnen sind daher im Allgemeinen wenig zu empfehlen, außer etwa, wo es, wie schon bemerkt, am ersten Anlage-Capital fehlt, oder wo auf kein langes Bestehen der Bahn gerechnet wird, oder wo Holz im Ueberfluß vorhanden ist.

Wir müssen hier nun noch einiger Constructionsarten erwähnen, welche sich an die sogen. amerikanische anschließen. Dahin gehört die, zuerst von dem rühmlichst bekannten Eisenbahningenieur Vignoles in England vorgeschlagene (Dingler, Bd. 64, S. 1 ꝛc.), und dann von ihm auf der London-Croydon-Bahn (s. Simms a. a. O. S. 63 und Taf. 72) angewendete Constructionsart, welche den weiter oben speziell auseinander gesetzten Zweck hat, eine möglichst ununterbrochene Schienenreihe zu bilden, die aber von den übrigen englischen Eisenbahnen wesentlich abweicht. Fig. 2, Taf. XLVI, giebt einen Querdurchschnitt von einer Schiene, von welcher das laufende Yard 48 Pfund wiegt, und Fig. 3 giebt einen Querdurchschnitt von der ganzen Bahn. a ist ein Querbalken von Kiefernholz, der auf einem möglichst festen Boden von einem 18 Zoll tiefen Steinschlag liegt. Diese Querbalken a liegen 3 Fuß, aus der Mitte eines jeden gemessen, von einander entfernt; jeder ist $8^1/_4$ Fuß lang, 9 Zoll breit und $4^1/_2$ Zoll stark. Auf diesen Querbalken liegen andere kieferne Balken b, in der Längenrichtung der Bahn, welche ebenfalls 9 Zoll breit und $4^1/_2$ Zoll stark sind. Die beiderlei Balken sind durch eiserne Bolzen und Nägel von Eichenholz mit einander verbunden. Auf die Balken b sind die Schienen mittelst Holzschrauben, welche durch die bei dd, Fig. 2, vorhandenen Löcher gehen, von denen 6 ein Pfund wiegen und von denen, auf 3 Fuß Länge, 4 vorhanden sind, eingeschraubt. Dieses Einschrauben veranlaßt eine weit größere Festigkeit als ein Annageln.

Genaue und sorgfältig angestellte Beobachtungen haben dargethan, daß bei dem Uebergange sehr schwerer Lasten über die Bahn nur im höchsten Grade geringe Erschütterungen stattfanden. Dieser Vorzug der auf solche Weise construirten Eisenbahnen scheint daher zu rühren, daß das ganze System der Balkenunterlagen und der Schienen, der darüber weggehenden Last etwas nachgiebt. Die Bahn ist nie ohne die erforderliche Elasticität und zu gleicher Zeit ist die Nachgiebigkeit gleichförmig, der eine Theil wird nicht mehr zerrüttet als der andere, da die Elasticität des Ganzen jeden Theil wieder in seine richtige Lage bringt; denn es muß ausdrücklich bemerkt werden, daß mit der Elasticität der Schienen und Balken durchaus keine eigentliche Biegung derselben verbunden ist. Durch jene aber wird die sehr schädlich erschütternde Bewegung, welche veranlaßt wird, wenn große Lasten mit großer Geschwindigkeit über eine unelastische Bahn gehen, vermieden. Die Schienen, von denen das Yard 48 Pfund wiegt, sollen dieselben Dienste thun, wie gewöhnliche Schienen von der Form eines doppelten T, von denen das Yard ein Gewicht von 75 Pfund hat und die von 3 zu 3 Fuß durch einen Stuhl unterstützt sind. Aehnliche Schienen, wie die hier beschriebenen, werden auch auf der Manchester- und Bolton-Eisenbahn angewendet, und auf der Grand-Junction-Bahn solche von der

Digitized by Google

sonderbaren Form Fig. 4, Taf. XLVI, die aber ebenfalls auf Längenbalken befestigt werden müssen.

4) Wir betrachten nun noch die Constructionsarten mit fortlaufender fester Unterstützung der Schienen. Es sind dabei zuvörderst die Vorschläge von dem Engländer Reynold zu berücksichtigen. — Derselbe nahm im Mai 1835 ein Patent auf seine Methode, den Schienen in ihrer ganzen Lage eine vollkommen gleiche Unterstützung zu geben, so daß sie nicht durch eine auf ihnen ruhende Last an einem Punkte mehr als an dem andern eingebogen werden können. Er bezweckt dies entweder durch gußeiserne Träger, welche auf dem befestigten Boden in solcher Breite aufruhen, daß sie nirgends eingedrückt werden können, und welche entweder mit der Schiene aus einem Stück gegossen sind, oder dieselbe nur unterstützen, oder auch durch Träger von Steinen gehalten werden, welche auf ähnliche Art wie die gußeisernen auf der Kante stehen und die Schienen in allen Theilen unterstützen. Fig. 12 und 13 auf Taf. XLV giebt einen Durchschnitt der Träger mit darauf gegossenen Schienen, und zwar ist Fig. 12 ein Durchschnitt durch die Mitte der Schiene, Fig. 13 dagegen ein Durchschnitt durch einen Verbindungspunkt, wo die eine Schiene erweitert als Unterlage, die andere daraufgeschrobene zusammengezogen ist, und wo der Zwischenraum vor den Vorstößen des erstern Lagers und den Flügeln des zweiten dazu bestimmt ist, Keile aufzunehmen, durch welche beide Schienen so in geradliniger Richtung von einander befestigt werden, daß sie eine vollkommene Steifigkeit erlangen. Soll die Schiene nicht mit dem Träger aus einem Stück gegossen sein, so wird auf letzterm eine fortlaufende Rippe angebracht, auf welche sich die Schiene legt und mit zwei zur Seite angebrachten Lappen immer über dieselbe übergreift. Die Formen der Träger und Schienen, welche Hr. Reynold vorschlägt, sind höchst mannigfaltig, und die vorliegende wird von ihm namentlich noch zur Fortleitung von Gas, etwa zur Gasbeleuchtung u. s. w. empfohlen, weshalb er auch die Art und Weise, wie die Schienen luftdicht an einander zu befestigen sind, näher beschreibt. Fig. 14 zeigt die Befestigung einer Verbindungsstelle mit Schrauben und Bolzen. Die Träger werden 9—12 Fuß lang gegossen und wiegen auf den Fuß 50 Pfund. Fig. 23 ist ein Durchschnitt gußeiserner Träger cc, worin Holzschwellen T liegen, welche gewalzte Eisenschienen W tragen; sie wiegen 33 Pfund auf den Fuß. Fig. 24 und 25 zeigt zwei geänderte Constructionen, der Träger mit Zwischenlegung von Holz und der ganz gußeisernen Träger; dabei wiegt von Fig. 24 der Träger 24 und die Schiene 9 Pfund, auf den Fuß, bei Fig. 25 dagegen der hohlgegossene Träger 28 Pfund.

Die Vorzüge der Construction, bei welcher die Träger übrigens bloß auf den gewöhnlich angewendeten Steinschlag gelegt werden, sollen sein, daß nicht wie bei den gewöhnlichen Bahnen, starre mit biegsamen Stellen abwechseln, durch welche der Wagen in der Minute 5 bis 600 Mal gehoben und gesenkt, daß das ungleiche Niederdrücken der Steinblöcke und Aufschnellen der Schienen aus dem Stuhle vermieden, daß an Anlagekosten, Materialkosten u. s. w. erspart wird, und endlich die Unterhaltungskosten sich vermindern.

Die Construction hat einen Versuch zu ihrem Vortheile aufzuweisen; 6 Wochen lang lagen Schienen dieser Construction auf 11 Ruthen Länge auf einer der weichsten Stellen des Sumpfes der Liverpool-Manchester-Bahn, blieben vollkommen horizontal, bedurften weiter keiner Nachhülfe, und contrastirten in ihrer Stabilität gar sehr gegen die anstoßenden gewalzten, auf hölzernen Trägern liegenden Schienen. Die feste Lage ohne weitere Befestigung scheint darauf zu beruhen, daß sie sehr weit fortlaufende Stangen bilden, die selbst nicht durch einen sehr starken Seitendruck umgeworfen werden können. Die Nachtheile, welche Koth, Wasser, Schnee, Eis u. s. w. bei diesen Schienen bewirken müssen, sind freilich weiter nicht erwähnt worden.

Diese Constructionsart erfüllt, nach der Meinung des Hrn. Crelle, nur die erste von den fünf im vorigen Capitel gemachten Bedingungen an eine gute Eisenbahn, auf das vollkommenste. Die Schienen sind in allen Punkten ungemein fest und sicher unterstützt, und es ist beinahe unmöglich, daß sie eingedrückt oder zur Seite geschoben werden können; auch ist ein Bruch, wenigstens quer durch, schwerlich möglich. Die Bahn wird also immer völlig eben bleiben, und sie kann nie holperig werden; was eine so wesentliche Hauptsache ist. Zwar könnte es beim ersten Anblick scheinen, daß die Schienen, da sie unten die Gestalt eines Keils haben, und folglich auch wie ein Keil wirken, den Steinschlag, sobald die schweren Fuhrwerke darauf fahren, aus einander treiben werden; allein dies ist nicht zu befürchten. Erstens nämlich ist der Keil, den die Schienen bilden, viel zu stumpf, als daß ein starker Druck nach der Seite entstände. Der Druck, welchen ein Keil nach der Seite, also hier horizontal, ausübt, verhält sich im Allgemeinen zu dem Drucke senkrecht auf den Keil, wie der horizontale Auslauf des Keils zu seiner Höhe; denn, wenn z. B. der Keil um seine ganze Höhe hinunter getrieben würde, so würde der Punkt, welcher Anfangs neben seiner Spitze lag, um den horizontalen Auslauf des Keils seitwärts getrieben worden sein; mithin verhalten sich die Wege, welche der Keil und der Widerstand gegen denselben gleichzeitig durchlaufen haben würden, wie seine Höhe zu seinem Auslauf; und wie die Wege verhalten sich, nach einem allgemeinen Naturgesetze, auch die Kräfte; folglich verhält sich der senkrechte Druck auf den Keil zu der Wirkung, die er horizontal, seitwärts ausübt, wie die Höhe zu seinem Auslauf, also zu seiner halben oberen Breite. Die Reynold'schen Schienen bilden nun unten einen rechten Winkel, und folglich ist hier die Höhe des Keils seinem Auslauf oder seiner halben oberen Breite gleich; also ist der Druck des Keils nach der Seite im Allgemeinen nicht stärker, als der Druck auf denselben von oben; im Gegentheil vielmehr, aus anderen Gründen, insbesondere wegen der Reibung der Seiten des Keils auf den Steinen, viel schwächer. Es widerstehen aber die Steine hier nach den Seiten im Allgemeinen eben so stark, als von unten nach oben, weil sie auch seitwärts gegen die Erde sich stemmen, daher ist schon aus diesem Grunde von der Wirkung der Schienen als Keil nichts zu fürchten. Es würde nur dann so sein, wenn der Keil, statt stumpf zu sein, spitz, scharf oder flach wäre. Aber die Befürchtung verschwindet noch vollends, wenn man zweitens erwägt, daß, wegen der fortlaufenden Unterstützung der Schienen, der Druck der Wagenräder auf die Schienen sich sehr vertheilt. Die keil-

Digitized by Google

förmige Gestalt der Schienen würde allerdings, obgleich der Keil nur flach und stumpf ist, immer noch bedenklich sein, wenn nur in einzelnen Punkten keilförmige Stützen die Schienen trügen; denn alsdann würde die Grundfläche, auf welche die Last und der Stoß wirkt, nur klein sein; so aber, da die Schienen fortlaufend überall unten gleich breit sind, vertheilt sich die Last und der Stoß auf eine verhältnißmäßig große Fläche, und folglich ist der Widerstand der Steine gegen den Angriff auf sie so groß, daß von der keilförmigen Gestalt der Schienen in der That nichts befürchtet werden darf; was auch die Erfahrung bei Liverpool schon bestätigt hat.

Die bedeutende Fläche, mit welcher die Schienen auf dem Steinschlage, und vermittelst desselben auf dem Boden ruhen, ist die Ursache der großen Festigkeit der Unterstützung, welche sie gewähren. Wenn bei der gewöhnlichen englischen Constructionsart gewalzte, 15 Fuß lange Schienen alle 3 Fuß von einzelnen Steinen, die 1 1/2 Fuß lang und 1 1/2 Fuß breit sind, also 2 1/4 Quadratfuß Grundfläche haben, getragen und die Tragsteine auf einen Steinschlag gesetzt werden, so wird zwar allerdings noch der Druck eines Rades der Fuhrwerke, wenn es sich gerade mitten auf einem Stein befindet, von 2 1/4 Quadratfuß Fläche des Steinschlages getragen. Befindet sich das Rad auf der Schiene gerade mitten zwischen 2 Steinen, und die Schiene ist sonst stark genug, so kann man sogar annehmen, daß die Last des Rades von 2 Steinen zugleich, also von 4 1/2 Quadratfuß Steinschlag getragen wird. Auch tragen wenigstens 2 1/4 Quadratfuß Steinschlag das Rad noch dann, wenn es sich mitten über einem Steine befindet, auf welchen der Stoß zweier Schienen trifft; aber anders verhält es sich, wenn das Rad eben erst bei der Kante eines solchen Steines angelangt ist; denn, da hier die Tragkraft der Schienen selbst völlig unterbrochen ist, und die Enden der Schienen fast gar nichts tragen, so wirkt das Rad jetzt bloß auf die Kante oder den Rand des Steins, und es läßt sich höchstens rechnen, daß nur noch der vierte Theil der Grundfläche des Steins, folglich nur 9/16 Quadratfuß Steinschlag trägt. Eine solche Stelle ist eine schwache Stelle der Bahn, und es geschieht hier, daß die Steine leicht schief eingedrückt werden; was denn, auf die weiter oben beschriebene Weise, die baldige Zerstörung der Bahn nach sich zieht. Der Steinschlag wird bei der Unterstützungsart der Schienen durch einzelne Steine immerfort verschieden gedrückt; bald widerstehen 4 1/2 Quadratfuß Steinschlag, bald nur 2 1/4, und bald sogar nur höchstens 9/16 Quadratfuß. Anders verhält es sich bei den Reynold'schen Schienen. An sich selbst schon besitzen diese Schienen augenscheinlich eine bei weitem größere Tragkraft, als die stärksten gewalzten Schienen, und würden weit stärker und auf größere Entfernungen tragen als diese, wenn man sie selbst auf einzelne Punkte legen, und, wie die gewalzten Schienen, balkenartig tragen lassen wollte. Sie sind 7 Z. hoch und 10 Z. oben breit, während die stärksten gewalzten Schienen nur etwa 4 Z. hoch, oben und unten 2 Z. und in der Mitte nur 1/2 bis 3/4 Zoll breit sind. Die Reynold'schen Schienen haben also, obgleich hohl gegossen, offenbar an sich eine viel größere und wohl 10 mal so starke Tragkraft, als die stärksten gewalzten. Sie würden zuverlässig, wenn gewalzte Schienen auf 3 Fuß lang

zu tragen vermögen, wenigstens auf 6 Fuß lang widerstehen. Die Kraft also, welche in irgend einem Punkte der Reynold'schen Schienen auf dieselben drückt, vertheilt sich auf wenigstens 6 Fuß Länge, und folglich, da die Schienen, horizontal gemessen, 10 Zoll oder 5/6 Fuß breit sind, auf 5 Quadratfuß Steinschlag; also tragen hier 5 Quadratfuß Steinschlag, statt daß bei der Unterstützungsart durch einzelne Steine nur abwechselnd 4 1/2, 2 1/4 und 9/16 Quadratfuß widerstehen; und zwar ist der Steinschlag in allen Punkten unverändert und ohne alle Abwechselung völlig derselbe; was allein schon, betrüge der Widerstand auch nur halb so viel und noch weniger, eine sehr große Festigkeit giebt, und mehr werth ist, als der stärkste Widerstand, wenn er mit schwachen Stellen abwechselt. Die Reynoldschen Schienen tragen also bei weitem stärker als gewalzte, in einzelnen Punkten unterstützte Schienen.

Man erwäge auch noch, um die große Stärke der Tragkraft der Reynold'schen Schienen zu ermessen, Folgendes. Der Erfahrung nach, ist nämlich der Steinschlag einer Chaussee vermögend, in Bewegung befindlichen Fuhrwerken zu widerstehen, die auf 4 Rädern an 100 Centner geladen haben. Die Felgen der Räder sind nicht leicht über 4 Zoll breit; es mögen indessen 6 Zoll breite Felgen angenommen werden. Der Eindruck, welchen die Räder in die Oberfläche der Chaussee machen, ist, wenn dieselbe in gutem Stande sich befindet, sehr gering; und nicht leicht wird ein Rad auf mehr als 3 Zoll lang aufruhen. Die 4 Räder des mit 100 Centner beladenen Wagens drücken also auf nicht mehr als 4 mal 18 Quadratzoll, oder zusammen auf 72 Quadratzoll Steinschlag, und diese 72 Quadratzoll oder 1/2 Quadratfuß Steinschlag sind der Erfahrung gemäß vermögend, einer in Bewegung befindlichen Last von wenigstens 100 Centner zu widerstehen. Die Reynold'schen Schienen werden nun unter jedem der 4 Räder, wie oben bemerkt, von 5 Quadratfuß, also zusammen von 20 Quadratfuß Steinschlag, mithin 40 mal so kräftig getragen, als ein Fuhrwerk von einer Chaussee. Wären also auch die auf den Schienen fahrenden Bahnfuhrwerke und Dampfwagen nicht bloß, wie sie es sind, 2 mal so schwer als ein mit 100 Centner beladenes gewöhnliches Fuhrwerk auf der Chaussee, sondern 4 mal so schwer; wären ferner die Stöße der Räder auf die glatten Schienen eben so stark, wie auf die verhältnißmäßig unebene Chaussee, was so wenig der Fall ist, daß vielmehr die Wirkung der vollkommenen Glätte reichlich die der größern Geschwindigkeit der Bahnfuhrwerke aufwiegt; und wäre endlich die Steinschlagfläche, welche die Schienen trägt, auch nur halb so groß, als angenommen, so würde immer noch der Steinschlag unter den Schienen 5 mal so stark widerstehen, als derjenige einer Chaussee. Es verschwindet also offenbar jeder Zweifel an der Festigkeit der Unterstützung und an der vollkommenen Tragfähigkeit der Reynold'schen Schienen, und es folgt daher, daß durch dieselben die erste der fünf Bedingungen in sehr vollkommenem Maaße erfüllt wird.

Ob die zweite Bedingung, nämlich die Erhaltung des Parallelismus, von den Reynold'schen Schienen erfüllt werde, könnte zweifelhaft scheinen, und es ließe sich wohl beim ersten Anblick fürchten, es mögten, da die Schienen nicht in dem Boden befestigt sind, sondern nur bloß auf

Digitized by Google

dem Steinschlage aufruhen, die Fuhrwerke durch Schwanken und Schleudern nach der Seite vermögend sein, die Schienen um und aus ihrer keilförmigen Grube seitwärts hinaus zu werfen. Diese Befürchtung mögte auch wohl, im Fall die Schienen nur in vereinzelten Stücken die Bahn unterstützten, vollkommen begründet sein. So aber, da sie mit einander zu fortlaufenden Reihen, oder Strängen, fest verbunden sind, und jede Schiene, so lang sie sich auch erstrecken mag, gleichsam nur eine Masse ausmacht, ist die Befürchtung völlig unbegründet; denn es ist nicht möglich, daß eine so lange Schiene, die ein ungeheures Gewicht hat, nach der Seite hin in Bewegung gesetzt werden könne, so schwer auch die Fuhrwerke, und so stark auch ihr Druck nach der Seite hin sein mögen. Uebrigens wäre es leicht, jene Befürchtung dadurch noch gänzlich zu heben, daß man den Schienen eine Verlängerung nach unten gäbe, und sie so, gleichsam wie durch eine Wurzel, auch noch in dem Boden befestigte. Reynold selbst schlägt dies, wie wir weiter oben sahen, vor.

Rücksichtlich der dritten Bedingung, der Ableitung des Wassers, lassen sie das Bessere zu wünschen übrig. Das Wasser läßt sich hier füglich nur unter die Schienen und unter den Steinschlag hindurch mittelst Rinnen ableiten; und eine solche Entwässerung ist augenscheinlich nur sehr unvollkommen.

Die vierte Bedingung einer guten Eisenbahn, daß Ausbesserungen nur möglichst selten vorkommen müssen, und daß sie, wenn sie vorkommen, leicht und ohne viele Unterbrechungen der Passage zu bewerkstelligen sein müssen, erfüllen die Reynold'schen Schienen wieder sehr gut; denn es ist fast unmöglich, daß, wenn sonst für die feste Lage des Steinschlages auf irgend eine Weise gesorgt ist, Ausbesserungen anders vorkommen können, als wenn die Schienen abgerieben sind und neue eingezogen werden müssen, oder, wenn etwa die Zusammenfügung der Schienen in den Stößen nachgiebt; welche Ausbesserungen dann aber auch ohne viele Schwierigkeiten und Aufenthalt ausführbar sind.

Rücksichtlich der fünften Bedingung, nämlich des Kostenpunkts, ist das Resultat, wie sich oben zeigte, eben nicht günstig. Die Anlagekosten sind hoch; und wenn gleich dies noch nicht entscheidend sein würde, so dürften doch auch die Erhaltungskosten hoch sein, so daß die größere Festigkeit und Ebenheit der Bahn mit nicht unbedeutenden Geldopfern zu erkaufen sein würde; was freilich auch noch immer nicht unräthlich, aber doch übel ist. Die Höhe der Erhaltungskosten rührt vorzüglich daher, daß zu befürchten ist, die gegossenen Schienen werden bald abgerieben werden, was zumal hier kostbar ist, da die Schienen nur aus einem Stück bestehen, und also, wenn der obere Theil abgerieben ist, die ganze Masse umgegossen werden muß. Es wäre also wohl zu wünschen, daß der obere Theil der Schienen, auf welchem die Räder laufen, vom Uebrigen abgesondert, für sich bestehe, damit er ohne das Uebrige, dessen Dauer sehr groß sein kann, allein und abgesondert sich erneuern lasse, auch, wenn man will, gewalztes Eisen statt gegossenem dazu genommen werden könne. Reynold schlägt auch, wie wir sahen, solche, nicht aus einem Stück bestehende, sondern zusammengesetzte Schienen, den obern Theil von gewalztem Eisen vor; allein er bringt den oberen Theil mit dem unteren durch Holz in Verbindung, und dieses mögte wieder alle die Uebelstände zur Folge haben, die im Geleite der Vergänglichkeit und Unfestigkeit des Holzes sind. Hier also bleibt ebenfalls noch das Bessere zu wünschen übrig.

Die großen Vorzüge der Reynold'schen Schienen einerseits, und das, was sie noch zu wünschen übrig lassen, andererseits, haben Hrn. Crelle bewogen, weiter über diesen Gegenstand nachzudenken, und zu versuchen, ob sich nicht Mittel finden lassen, ohne etwas von den Vorzügen fortlaufend unterstützter Schienen aufzugeben, auch das, was noch dagegen einzuwenden sein mögte, zu heben, und sie so der Vollkommenheit näher zu bringen. Er glaubt, daß dies auf verschiedene Weise möglich sei, und hat dies in seiner trefflichen, schon vorn angeführten Schrift: „Ueber verschiedene Arten von Eisenbahnschienen ꝛc.", S. 39 ꝛc. weitläuftig auseinandergesetzt, worauf wir jedoch nur verweisen können. *

Wir wollen nun am Schluß dieses wichtigen Capitels noch die Meinung des Herrn Crelle wegen Beantwortung der Frage mittheilen, welcher von den verschiedenen Schienenarten der Vorzug vor den übrigen gebühren dürfte. Zu dem Ende müssen wir mit wenigen Worten recapituliren, ob und in wie fern die einzelnen weiter oben beschriebenen Arten den nöthigen Anforderungen entsprechen.

Die englische Art mit gewalzten Schienen, auf einzelne Steine gelegt, erfüllt beinahe keine der 5 Bedingungen im vollen Maaße. Eine solche Bahn ist, wenigstens auf weichem Boden, weder gegen den Druck und Stoß der Wagen von oben, noch gegen den Seitendruck der Räder fest genug. Sie muß nothwendig bald holperig und uneben und dann bald zerstört werden. Die Ableitung des Wassers ist nicht vollständig; Reparaturen kommen sehr häufig vor und auch die Kosten sind nicht geringe. Schwerere Schienen können auch nicht immer helfen.

Die belgische Art hat schon den Vortheil einer sehr guten Erhaltung des Parallelismus der Schienen; auch ist die Wasserableitung besser, die Fundamentirung fester und die Kosten sind, wenn man hölzerne Quer-Unterlagen legt, wenigstens für die erste Anlage, geringe. Doch sind steinerne Quer-Unterlagen bei weitem besser, weil dann seltener Reparaturen vorkommen und also die Fahrt weniger oft unterbrochen wird. Die belgische Art ist also, und zumal wenn man die einzelnen Schienen mit einander verbindet, im Allgemeinen besser.

Von der amerikanischen Art ist ein wesentlicher Vorzug der, daß sie eine Art fortlaufender Fundamentirung besitzt; der Vorzug der geringen Anlagekosten ist dagegen nur scheinbar; denn die Kosten mit Rücksicht auf die Erhaltung sind sogar höher als die beinahe aller vorhergehenden Arten. Auch die größere Festigkeit der Fundamentirung ist nur mehr scheinbar; denn sie findet nur statt, so lange die Bahn neu und das Holz noch ganz fest ist. Späterhin wird die Bahn ebenfalls leicht holperig werden, und ein Hauptübel bei derselben ist, daß sie dann mehr Zugkraft erfordert. Außerdem ist ein Uebel dieser Con-

* Zu berücksichtigen ist auch in dieser Beziehung die folgende kleine Schrift: Wiebe, Einige Mängel der bestehenden Eisenbahnen nebst Andeutungen zu deren Abhülfe. Potsdam 1838.

Digitized by Google

ſtructionsart, daß ſie ſehr häufig und fortwährend Ausbeſſerungen nöthig hat. Desgleichen iſt es ein Uebel für Gegenden, die keinen Ueberfluß an Holz haben, daß dieſe Art Bahnen eine große Maſſe von Holz verzehrt, welches zu erzielen, eine nicht unbedeutende Landfläche erforderlich iſt, die beſſer benutzt werden kann. Dieſe Art iſt daher nur da etwa zu empfehlen, wo man mit möglichſt wenigen Koſten nur erſt eine Straße öffnen will, oder wo es an Eiſen und Steinen fehlt und wo Holz im Ueberfluſſe vorhanden iſt; in anderen Gegenden, alſo auch in Deutſchland, im Allgemeinen nicht.

Die Reynold'ſche Art erfüllt wenigſtens die vorzüglichſte Bedingung der feſten Fundamentirung und dauernden Ebenheit der Bahn ſehr gut, ſo wie auch recht gut die der Erhaltung des Parallelismus der Schienen und der Seltenheit der Reparaturen. Nur iſt die Waſſerableitung noch unvollſtändig. Die Koſten dieſer Art ſind hoch.

Ehe wir jedoch dies Capitel beſchließen, wollen wir erſt noch nachträglich einige Bemerkungen über die Conſtruction der Great-Western- oder London-Briſtol Eiſenbahn machen, welche gegen die der übrigen engliſchen Eiſenbahnen ſehr bedeutend abweicht.* A, A, Fig. 4 und 14, Taf. XLVI, iſt eine ſchmiedeeiſerne Schiene, welche auf den zur Unterlage dienenden Balken C C niedergeſchraubt wird. B iſt ein keilförmiges Stück Eichenholz. Die eiſerne Bindeſtange verbindet die beiden Unterlagen C C. Die Pfähle E, E haben acht Fuß Länge auf acht Zoll im Durchmeſſer und ſind an den untern Enden zugeſpitzt. F ſtellt das als Ballaſt dienende Material vor, und G den aufgeführten Damm.

Man verfährt im Weſentlichen folgender Maßen. Man treibt in den aufgeführten Erdbau mittelſt einer Ramme Pfähle aus kyaniſirten Buchenſtämmen von 8 Fuß Länge und 8 Zoll im Durchmeſſer in Entfernungen von 15 Fuß von einander ſo ein, daß die Pfähle zweier einander entſprechender Schienenlinien, wie man zu ſagen pflegt, im Verbande und nicht einander gegenüber ſtehen. Auf dieſe Pfähle werden der Länge nach fortlaufende Balken aus kyaniſirtem Kiefernholze von 13 oder 14 Zoll Breite auf 6½ oder 7 Zoll Dicke gelegt, und feſt in den Boden, der vorher eben gemacht und gut geſtampft ſein muß, eingebettet. Auf dieſe Balken legt man endlich die Schienen, zwiſchen denen ein Raum von 7½ Fuß im Lichten gelaſſen iſt. Zwiſchen die Schiene und den Balken kommt jedoch noch ein keilförmiges Stück Eichenholz oder auch ein ſonſtiges hartes Holz von 8 Zoll Breite, welches an der äußeren Kante 1½, an der inneren hingegen 1¼ Zoll Dicke hat. Die Schienen bekommen hierdurch eine geringe Neigung nach innen zu, ſo daß deren Scheitel mit dem ebenen oder coniſchen Randkranze der Räder, der die Schienen mit einer dieſem Scheitel gleichkommenden Breite und nicht wie nach der gewöhnlichen Methode mit einem Punkte berührt, coincidirt. Die Schienen beſtehen aus Schmiedeeiſen, ſind hohl und bei einer Länge von 15 Fuß in der aus Fig. 4 erſichtlichen Geſtalt ausgewalzt. Ihr Scheitel hat zwei, ihre Baſis 6 Zoll Breite; ihre Höhe beträgt 1¾ Zoll. Durch die zu beiden Seiten angebrachten Randvorſprünge ſind in Entfernungen von 18 Zoll von einander Löcher gebohrt, damit die Schienen ohne Stühle mittelſt 8 Zoll langer Schrauben an den Unterlagen befeſtigt werden können. Damit die Unterlagen oder Balken C, C nicht auseinander weichen können, ſind in Diſtanzen von 15 Fuß eiſerne Bindebalken in ſie eingelaſſen. Der obere Theil der Bahn wird wie gewöhnlich mit Ballaſt überführt.*

* Aus Dingler's Journal, Bd. 68, S. 339 ꝛc.

* Man hat auf dieſer Bahn zwiſchen London und Maidenhead in einer Strecke von 3 Meilen zur Erprobung der Schienen bereits mehrere Fahrten angeſtellt, und das Reſultat iſt ſowohl in Hinſicht auf dieſe, als in Rückſicht auf die größere Breite zwiſchen den Schienenlinien, und auf die Anwendung von fortlaufenden Unterlagen aus kyaniſirtem Holze ſehr genügend ausgefallen. Eine Maſchine mit 8 Fuß hohen Zugrädern aus der Fabrik der HH. Taylour und Comp. in Warrington, welche 23 Tonnen wiegt, und eine andere Maſchine aus der Werkſtätte der HH. Mather und Dixon in Liverpool, welche gegen 19 Tonnen wiegt, liefen mehrere Tage, ohne daß ſie die geringſte Erſchütterung der Schienen oder des ihnen als Grundlage dienenden Holzes erzeugten. Die Schienen ſollen in der That ſo feſt, eben und genau liegen, daß die Maſchine eben ſo leicht über ſie hingleitet, wie die Schütze durch einen Webſtuhl. Weder Geräuſch, noch irgend ein Kraftaufwand iſt bei der Bewegung bemerkbar, und eben ſo wenig iſt zwiſchen den Gefügen der Schienen und ihren mittleren Theilen irgend ein Unterſchied bemerkbar. Man erreichte, obwohl das Maximum auf einer ſo kurzen Strecke nicht thunlich iſt, eine Geſchwindigkeit von 45 bis 50 engliſchen (10 bis 12 deutſchen) Meilen in der Zeitſtunde, und man hoffte dieſe Leiſtung noch bedeutend höher zu bringen. — Wir fügen hizu noch an, was der Liverpool-Albion über die Probefahrten berichtet, welche auf 6 engliſche Meilen der Eiſenbahn zwiſchen Mancheſter und Bolton, deren Schienen zum Theile auf kyaniſirtes Holz, zum Theil auf Stein gelegt ſind, vorgenommen wurden. Es heißt nämlich, daß die Holzunterlage ſowohl in Hinſicht auf Geräuſch als in Hinſicht auf Sanftheit der Bewegung einen entſchiedenen Vorzug vor der Steinunterlage erkennen ließ, obwohl auch bei letzterer das Geräuſch viel geringer und die Bewegung viel milder iſt, als auf den auf ſteinerne Querunterlagen gelegten Schienen. Die Schienen ſind nämlich an dieſer Bahn in ihrer ganzen Länge auf einer ununterbrochen fortlaufenden Holz- oder Steinunterlage befeſtigt.

Digitized by Google

Viertes Capitel.

Von den Ausweichstellen, den Drehscheiben und dem Durchschneiden der Chausseen und Wege durch die Eisenbahnen.

Die Eisenbahnen sind entweder einfach, d. h. sie bestehen nur aus zwei Reihen paralleler Schienen, oder sie sind doppelt, d. h. sie bestehen aus vier Schienenreihen. Ob man das Eine oder das Andere wählt, hängt lediglich von der Frequenz einer Bahn ab. Ist der Verkehr sehr stark, so ist eine Doppelbahn durchaus nothwendig, weil alsdann die Ausweichstellen, welche wir sogleich beschreiben wollen, nicht mehr ausreichen.

Wenn eine Eisenbahn einfach ist, oder nur zwei Reihen Schienen hat, so müssen Verdoppelungen vorhanden sein, wo die sich begegnenden oder die mit verschiedener Geschwindigkeit fahrenden Wagen einander ausweichen können.* Die Entfernung der Ausweichstellen oder Ausweichplätze (Siding or passing places, im Engl.) von einander, richtet sich nach der Frequenz der Straße, die Länge der Ausweichstellen nach der Länge des Zuges der aneinander gehängten Wagen. Die Länge der Ausweichstellen zusammen beträgt den 17ten bis 18ten Theil der Bahn, und wo die Passage frequent ist, auch wohl noch mehr. Auf Bahnen, wo mit Dampfwagen transportirt wird, muß in der Ausweichung wenigstens der Raum für den Dampfwagen und alle (20—24) angehängten Wagen sein. Der Raum zwischen der Haupt- und der Neben- oder Ausweichbahn beträgt gewöhnlich nur 4 bis 5 Fuß. Bei der Darlington-Bahn sind die Ausweichplätze in der Hauptlinie nur soweit von einander entfernt, daß man immer von einem zum andern sehen kann, und ein eigenes Reglement bestimmt, welche Wagen bei dem Begegnen in der Hauptbahn bleiben, und welche in den Ausweichplatz fahren müssen. Fig. 1, Taf. XLVII, zeigt die Hälfte eines Ausweichplatzes; es sind im Grundriß auf demselben die verschiedenartigen Schienenstücke (Radlenker, Switches, engl.) ab, cd und ef, bemerkbar.

Die Schienenstücke cd und ef sind Zungen von Schmiedeeisen, welche um die Punkte c und e beweglich sind und geöffnet und geschlossen werden, je nachdem der Wagen sich bewegen soll. Findet die Bewegung des Wagens in der Richtung von A nach B statt, so wird die Zunge cd geöffnet, die Zunge ef bleibt aber geschlossen. Bei der Fahrt von C nach A bleibt cd geschlossen und ef wird geöffnet. Bewegt sich der Wagen von B nach A, so schließt der Wagen die Zungen durch den Spurkranz der Räder nach Bedürfniß. Bei der Bewegung von C nach A, schließt der Wagen die Zungen von selbst. Hieraus ist ersichtlich, daß nur allein bei der Bewegung des Wagens von A nach B der Wagenführer nöthig hat, auf die Lage der Zunge zu achten, und wenn sie für die Richtung, welche der Wagen nehmen soll, nicht passen, abzusteigen und die beweglichen Zungen zurecht zu legen. Es ist aber nöthig, daß die Zungen immer so liegen bleiben, daß die Hauptbahn geöffnet ist.

Um die Zungen in ihrer Lage zu erhalten, werden keilförmige Eisenbleche von 4 bis 6 Zoll Länge und ½ Zoll Stärke, welche an kleinen Kettchen befestigt sind, zwischen einem auf der Schiene angegossenen Vorsprung und die Zungen eingeschoben.

Zur Verhinderung des Anstoßens der Spurkränze der Wagenräder an die Spitze, sind auf jeder der äußern Seite die Leit- oder Einweiseschienen (check rails, engl.) gh angebracht, die häufig aus Holz bestehen und mit Eisen beschlagen, gewöhnlich 6 Fuß lang sind.

Um die Zunge bei f, wenn ein Wagen von B nach A gefahren ist, von selbst zu schließen, wodurch die Hauptbahn zur Passage frei wird, hat man mehrfache mechanische Vorrichtungen, von denen die auf der Liverpool-Manchester Bahn sehr zweckmäßig zu sein scheint. Es dreht sich nämlich ein Theil der Schienen selbst um einen Mittelpunkt und legt sich nach Erfordern in die eine oder in die andere Richtung der Bahn. Die beweglichen Theile der Schienen sind ungefähr 6 Fuß lang, und etwa 4 Zoll von ihrem Ende geht eine Stange hindurch, welche sie zieht oder treibt. Diese Stange endigt sich an der Seite der Bahn in ein horizontales Rechteck von 8 Zoll Breite und 16 Zoll Länge, in welchem sich ein excentrisches Stück bewegt, dessen vertikale Axe nach Belieben vermittelst eines 3 Fuß langen Hebelarms gedreht wird. Dadurch können die Enden der Schienen etwa um 4 Zoll verschoben werden. Das Ganze ist von geschmiedetem Eisen. Eine andere Vorrichtung dieser Art, von der Brüsseler Bahn entlehnt, ist durch die Fig. 5, Taf. XLVI, erläutert. Wo nämlich die einfache Bahn in die dreifache (wegen der Ausweichungen) übergeht, sind die 7½ Fuß lange Schienenstücke, ab, der einfachen Bahn beweglich, und werden diese um den, am Ende jeder festliegenden Schiene befindlichen Drehpunkt nach Erforderniß so weit links oder rechts seitwärts geschoben, daß sie mit den Schienen der Nebenbahn in Berührung kommen und ein zusammenhängendes Geleise bilden. Das Verschieben der beweglichen Schienentheile wird mittelst einer an den Unterlagen derselben befestigten eisernen Stange cd, durch eine excentrische Scheibe t bewerkstelligt, die man durch eine Kurbel dreht.*

In Amerika sind Ausweichstellen mit biegsamen Schienen vorgeschlagen. Dieselben liegen ungefähr 3 Fuß ihrer Länge fest und können mit der übrigen Länge gebogen werden. Die Einrichtung dieser Schienen ist etwa folgende:

* Aus den „Allgemeinen Belehrungen über Eisenbahnen" (Mainz 1836), S. 12 ꝛc.

* Da es unthunlich ist, diese und die übrigen in diesem Capitel beschriebenen Vorrichtungen recht deutlich abzubilden, welches nur bei einem recht großen Maaßstabe der Figuren möglich ist, so verweisen wir auf die Tafeln III, V, VI und VII von dem Atlas zu Rößler's Beschreibung der Nürnberger Eisenbahn (erschienen 1837 im Verlage der Leske'schen Buchhandlung), indem sich diese Abbildungen sehr guter Constructionen durch Genauigkeit und Deutlichkeit besonders vortheilhaft auszeichnen, und weil dieses, jedem Techniker zu empfehlende Werk, leicht

Digitized by Google

Ungefähr 1 Fuß Schienenlänge wird da, wo die Schiene von der fortgehenden Bahn ausläuft, in einem starken Stuhle mit Keilen befestigt; der übrige Theil der Länge wird auf Stühle gesetzt, die auf Eisenplatten ruhen, so daß sie sich in Leitungen auf denselben ein wenig bewegen können und zwar soviel, als die Abweichung der gebogenen Schienen von der geraden Linie erfordert. Die beiden gegenüberstehenden beweglichen Schienen sind durch mehrere Zwischenstäbe so verbunden, daß sie in immer gleicher Entfernung von einander gehalten werden. Das Wenden oder Biegen der Schienen geschieht durch einen senkrechten Hebel von erforderlicher Länge, an dessen Ende sich eine Kugel befindet, aus deren Stellung man schon in der Ferne auf die Lage der Verbindungsschienen schließen kann, um, wenn die Stellung nicht die gewünschte ist, nöthigenfalls noch zu rechter Zeit anhalten zu können.

Wenn die Geschwindigkeit der Fuhrwerke sehr groß ist, so daß man fürchten muß, die Ränder der Räder bei den Lenkern würden über die Schienen springen, so legt man zur Sicherheit große hölzerne Lenker hin, gegen welche sich die Felgen der Räder auf die Weise stemmen, wie die Ränder der Räder gegen die Schienen. Diese großen Lenker sind 12 bis 16 Fuß lang und bewegen sich auf einem Holz, dessen obere Fläche mit dem Terrain gleich hoch ist. Sie springen über dieses Stück 4 bis 6 Zoll vor, gegen welchen Vorsprung sich die Radfelgen legen. Man bewegt die hölzernen Radlenker besonders.

Die hier beschriebenen Vorrichtungen werden auch da angewendet, um bei Doppelbahnen von einer zur andern zu kommen; jedoch brauchen die Tangenten der alsdann zu machenden Biegungen nicht nothwendig in die Richtung der Hauptlinie zu fallen. Es ist hinreichend, wenn der Winkel des Zusammenstoßens der Linien die Wagen nicht zu plötzlich aus ihrer Richtung lenkt und wenn das Rechteck, welches die geraden Linien zwischen den Berührungspunkten der vier Räder eines Wagens zur Seite hat, überall in die horizontale Projection der zusammenstoßenden Bahnlinien eingeschrieben werden kann. Der Winkel kann nach dieser Regel 3 bis 6 Grad betragen.

Bei den Abgangs- und Ab- und Aufladeorten müssen Nebenbahnen nach den Standorten der Wagen außerhalb der Hauptbahn gebauet werden.

Ist der Verkehr auf einer Eisenbahn sehr stark, so müssen, wie schon bemerkt, zwei Bahnen angelegt werden, die eine für die gehenden und die andere für die kommenden Fuhrwerke. Der Zwischenraum zwischen beiden Bahnen hängt von der Breite der Ladung der Bahnwagen ab. Auf den englischen Hauptbahnen beträgt die Entfernung der Mittellinie des Zwischenraums von der Mittellinie jeder Bahn 4 bis 6½ Fuß; auf der Manchester-Bahn z. B. 5 Fuß.

zugänglich ist. — Eine Ausweichung auf der London-Birmingham-Bahn enthält die Tafel 51 von Simm's Werk; eine Drehscheibe neuester Construction Taf. 52. Auch in der Railway-Practice von Brees ist auf Taf. 39 und 40 eine Drehscheibe nach einem sehr großen Maaßstabe abgebildet und S. 83 und 84 des Textes sehr genau beschrieben. Eine Ausweichung ist auf Taf. 21 des letztern Werks dargestellt.

Drehscheiben. (Turn-rails, engl.)

Die von einer Hauptbahn abgehenden Seitenbahnen werden gewöhnlich in sanft gekrümmten Bogen angelegt. Wo diese aber, wegen fehlenden Raums nicht angebracht werden können, so z. B. bei kurzen Nebenbahnen, welche an das Ufer der Flüsse zu den Abladeplätzen, oder von den Waarenhäusern zur Bahn führen, wendet man sogenannte Drehscheiben an. Die Fig. 6—9, Taf. XLVI, stellen eine solche Drehscheibe von der Liverpool-Manchester-Bahn mit neben bemerktem Metermaaß dar, und zwar ist Fig. 6 ein Seitenaufriß, Fig. 7 ein Durchschnitt nach ab Fig. 8, Fig. 8 ein Grundriß des untern Theils und Fig. 9 ein Grundriß des obern Theils der Scheibe, welcher letzterer aus Gußeisen besteht. Der Mittelpunkt einer solchen Scheibe bildet den Treffpunkt beider sich schneidenden Bahnen, und sie ist so groß, daß ein Dampf- oder ein Lastwagen (die Personenwagen kommen nicht in diese Häuser) jeder einzeln bequem darauf stehen kann. Die Oberfläche der Scheibe liegt mit der des Wegs in einer Ebene und sind auf derselben 2 Schienen befestigt, welche mit denen beider Bahnen genau einerlei Höhe und Entfernung haben. Ist die Scheibe so gestellt, daß die darauf befindliche Bahn mit der stehenden correspondirt, so können die ankommenden Wagen entweder über sie weiterfahren, oder, wenn eine in den Seitenarm gehen soll, darauf still gestellt werden, worauf die Scheibe so weit gedrehet wird, daß die Schienen derselben mit denen des Seitenarms eine Linie bilden, und der Wagen auf letzterer weiter fährt. Soll derselbe, oder eine Maschine, denselben Weg zurückgehen, den sie gekommen, so wird die Scheibe halb umgedreht, wonach die Schienen wieder dieselbe Richtung annehmen, sich aber mit den entgegengesetzten Enden berühren. Die Construction dieser Scheiben ist gewöhnlich folgende: im Treffpunkt der Mittellinie beider sich kreuzenden Schienenbahnen, ist in einem gehörig verbundenen Quaderstein mit einer Pfanne, ein aufrechtstehender Zapfen angebracht. Um denselben ist ein, mit dem Umfang der Scheibe harmonirender, in der Oberfläche glatt gearbeiteter, platter Ring concentrisch eingelassen. Der Zapfen dreht sich mit der Scheibe und ist von einem Ringe umgeben, der sich um ihn bewegt und von welchem 8 Speichen auslaufen, an deren Enden die weiter unten erwähnten Frictionsrollen beweglich sind. Auf der Scheibe sind in 2 Reihen 6 Schienenstühle, ähnlich denen auf dem Wege angegossen, in welchen zwei Schienenstücke mit Keilen so befestigt sind, daß die Spurweite genau mit der Bahn übereinkommt. Die genaue Höhenlage dieser Schienen wird durch die Länge des Zapfens bedingt; dieselben werden auch an den Enden nach der Rundung der Scheibe abgearbeitet, während dasselbe mit den Enden der unbeweglichen Schienen geschieht, wodurch ein genauer Schluß bewirkt wird. Oder es sind die Scheiben mit Furchen versehen, welche den Spurkranz der Räder aufnehmen, und die Felgen laufen auf der äußern Seite der Furchen, welche zu diesem Ende mit Stäben gewalzten Eisens, welche gleichsam die Fortsetzung der Schienen bilden, belegt sind. Diese letztere Einrichtung ist die neuere und bessere.

Um den festen Stand der Scheibe zu sichern und sie doch bequem drehen zu können, sind unter dem Umfang

Digitized by Google

derselben 8 Frictionsrollen angebracht, die sich auf der Oberfläche des eingelassenen platten Rings drehen, und in gußeisernen Laschen befestigt sind, welche sich auf der Unterseite der Scheibe befinden. Zur Feststellung der Scheibe bei der Correspondenz mit der einen oder der andern Bahn, ist ein Klinkhaken angebracht, der vor der Drehung leicht aufgehoben werden kann und von selbst einfällt, wenn die Scheibe denjenigen Stand erreicht, wobei die Schienen auf derselben mit denen der einen oder andern Bahn einerlei Richtung haben. Damit kein Schmutz auf die Frictionsrollen gelangen, man auch bequem über die Scheiben gehen kann, ist das in Fig. 8 und 9 gezeichnete Gerippe mit starkem Eisenblech oder mit gerifften gußeisernen Platten gedeckt, zu dessen Aufnahme die Arme und der Kranz mit den gehörigen Vertiefungen und Nietlöchern versehen sind. Uebrigens verweise ich auf die genauen Darstellungen einer Drehscheibe in den Werken von Rößler, Simms und Brees, die, wie in der obigen Anmerkung gesagt wurde, nur bei einem recht großen Maaßstabe möglich ist.

Die Eisenbahnen durchschneiden sehr häufig Wege und Chausseen und man kann unter diesen Umständen:

1) die Bahn mittelst einer Brücke über die Chaussee, oder mittelst einer Tagestrecke (Tunnel) unter dieselbe;
2) die Chaussee mittelst einer Brücke über die Eisenbahn, oder mittelst einer Tagestrecke unterhalb die Bahn verlegen; oder
3) in gleicher Höhe Chaussee und Eisenbahn sich durchschneiden lassen,

je nachdem die eine oder die andere Verfahrungsweise den Umständen gemäß am zweckmäßigsten erscheint.

Die beiden erstern Fälle bedürfen hier keiner weitern Erläuterung; allein es ist durchaus nothwendig, daß Eisenbahnen, auf denen mit großer Geschwindigkeit gefahren wird, immer über oder unter den gewöhnlichen Straßen durchgehen, damit die Fuhrwerke auf beiden sich in dem Kreuzungspunkte ohne Gefahr begegnen können. Den dritten Fall müssen wir näher, mit Hülfe von Fig. 10 bis 13, Tafel XLVI, betrachten. Figur 10 ist ein Grundriß, Fig. 11 ein Querdurchschnitt nach ab, Fig. 10; Fig. 12 ein Querdurchschnitt nach a'b', und Fig. 13 ein Querdurchschnitt nach a"b". Die Schienen werden auf gewöhnliche Art auf Tragsteinen, welche in die Straße versenkt sind, in den Stühlen befestigt, auf der innern Seite der Schiene aber ein Falz oder eine Oeffnung von 2 Zoll Tiefe und 1 ½ Zoll Breite für die Spurkränze gelassen. Damit

diese Oeffnung sich jedoch gehörig erhalte, wird auf der andern Seite derselben, in paralleler Richtung zur Schiene, ein hinlänglich starkes, mit Eisen beschlagenes Stück Holz oder auch eine zweite Schiene eingelegt. Besser ist es aber, die in unsern Fig. 10 bis 13 dargestellte Vorrichtung anzuwenden, bei welcher jede Schiene zwischen zwei gußeiserne Tafeln gelegt worden ist. Diese liegen horizontal, sind, wie man aus den Figuren sieht, durch Bolzen mit einander verbunden und lassen zwischen sich und den Schienen etwa 1 ½ Zoll Zwischenraum. Diese Tafeln, deren obere Fläche mit den Schienen gleich hoch liegen muß, dienen dazu, die Steine der Chaussee abzuhalten und die Schienen gegen den Stoß der Räder zu schützen, die auf der Chaussee darüber hingehen. Auf diese Weise können nunmehr alle Wagen ohne Anstand über die Straße fahren, so wie auch die Bahnwagen in ihrer Spur fortlaufen und nur eine Reinigung der Oeffnungen von Zeit zu Zeit erfordert wird.

Zur Vermeidung dieser Mühe ist bei den größern Eisenbahnen folgende Construction eingeführt worden. Es wird der Länge nach unter jeder Schiene ein gewölbter oder, wie in den Figuren, mit Steinen bedeckter Kanal in solcher Weite angelegt, daß ein Knabe durchkriechen und ihn reinigen kann. Der Kanal ist immer auf 18 Zoll Länge oben geschlossen, wie Fig. 12, dann aber wieder auf 18 Zoll Länge oben offen, wie Fig. 11. Die gußeisernen, hinlänglich starken Tafeln sind an Quadersteine befestigt und halten durch kleine Quereisen die Bahnschienen in der gehörigen Entfernung von einander.

Der Straßenkoth kann, wo das Gewölbe offen ist, sogleich in den unterirdischen Kanal fallen, an den Stellen aber, welche geschlossen sind, befindet sich auf der Mitte des Gewölbes ein Lager, welches die Bahnschienen aufnimmt. Der Falz für den Spurkranz ist hier auch vorhanden, und da der letztere die Unreinigkeiten auf 18 Zoll Weite leicht fortschieben und bis zur nächsten Oeffnung des Gewölbes bringen kann, so wird man einsehen, daß durch diese Einrichtung das Reinigen der Falze fast ganz beseitigt wird.

Bei einigen Eisenbahnen findet man auch, wenn die dieselbe kreuzende Straße gepflastert ist, gar nichts zum Schutze der Schienen, welche Einrichtung jedoch sehr viele Nachtheile hat.

In England ist es gesetzliche Vorschrift, daß der Unterschied der Höhe einer Eisenbahn und einer sie kreuzenden Heerstraße, über oder unter derselben, nicht mehr als 1 Zoll beträgt.

Digitized by Google

Fünftes Capitel.

Von den auf den Eisenbahnen angewendeten Bewegungsmitteln.

Die gewöhnlich auf Eisenbahnen in Anwendung kommenden bewegenden Kräfte sind:

1) thierische, hauptsächlich Pferdekräfte;
2) Dampfwagen, oder bewegliche, oder ortsverändernde Dampfmaschinen;
3) die Schwerkraft, und
4) feststehende Dampfmaschinen.

Wir handeln hier zunächst von dem Transport mittelst thierischer Kräfte. Menschenkräfte werden auf Eisenbahnen im Allgemeinen wenig angewendet, nur auf denen in und bei Bergwerken, oder auf temporären Bahnen, bei der Anlage bleibender Bahnen, oder bei andern großen Bauwerken. Die Bergwerksförderung kann jedoch nicht Gegenstand unserer Betrachtungen sein, weshalb wir hier nur von dem Transport mit Pferden und dann von dem mit Dampfwagen reden, indem der Transport durch die eigene Schwerkraft der Eisenbahnwagen und durch feststehende Dampfmaschinen einem eigenen Capitel aufbewahrt bleibt.

Es wird jedoch nöthig sein, daß wir zuvörderst einige allgemeine Betrachtungen anstellen, ehe wir zu den Bewegungsmitteln auf Eisenbahnen, der Pferde- und Dampfkraft übergehen. *

Die Kraft, welche zur Fortschaffung eines Fuhrwerks auf einer Straße, mit einer bestimmten Geschwindigkeit, nothwendig ist, richtet sich offenbar nach dem Widerstande, welchem das Fuhrwerk auf der Straße begegnet, und steht mit ihm in geradem Verhältniß; denn wenn z. B. der Widerstand doppelt und dreifach so groß ist, muß auch die Kraft zwei- und dreimal so groß sein; ist der Widerstand halb so groß, so ist nur die Hälfte der Kraft nöthig ꝛc.

Der Widerstand nun, welchen das Fuhrwerk auf der Straße findet, ist zweierlei Art, und die erste Art zerfällt wieder in zwei Theile. Er entsteht nämlich:

Erstlich aus der Reibung
a. der Aren in den Büchsen der Räder,
b. der Radfelgen auf der Straße,

welcher letztere Theil des Widerstandes aber nur fast uneigentlich Reibung genannt wird, indem die Räder in der Regel auf der Bahn nicht gleiten und sich also auf derselben nicht eigentlich reiben, sondern vielmehr rollend über die Unebenheiten der Bahn hinweg zu heben sind, wobei zugleich auf der Chaussee vielleicht Steine und Kiesel zerdrückt werden.

Zweitens daraus, daß die Last des Fuhrwerks selbst, so wie auch diejenige der ziehenden Thiere oder Maschinen, dann, wenn die Bahn nicht vollkommen horizontal liegt, beim Bergauffahren, wie auf eine schiefe Ebene, allmählig hinauf gehoben werden muß.

Nur der erste Theil des Widerstandes, der aus der Reibung der Radaren in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straßenbahn entsteht, ist, nach Verschiedenheit der Bauart der Straßen und der Fuhrwerke, verschieden. Der zweite Theil ist durchaus immer, und ohne alle Ausnahme, für jede Art der Straße und für jede Art des Fuhrwerks ganz vollkommen derselbe. Er läßt sich weder vermindern, noch auch vermehren, die Lasten mögen auf Schlitten, oder auf schlecht oder gut gebauten Wagen, auf bodenlosen, sandigen oder sumpfigen Straßen, oder auf einer Chaussee, oder auf einer Eisenbahn transportirt werden; denn er rührt unmittelbar von der Wirkung der Schwere der Körper selbst her, jener unabänderlichen und unwandelbaren Naturkraft, die allen Körpern unveräußerlich und unveränderlich inwohnt.

Also nur allein an dem ersten Theil des Widerstandes, und folglich nur an demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung dieses Theils nothwendig ist, und mithin auch nur an den Kosten dieses Theils, kann durch Vervollkommnung der Straßen und der Fuhrwerke gespart werden.

Daraus folgt denn schon hier im Allgemeinen, und selbst ohne erst näher auf Zahlen einzugehen, offenbar, daß man ja nicht etwa, wie folgt, rechnen dürfte: die Transportkosten auf einer vorhandenen Chaussee betragen nach der Erfahrung so und so viel; auf einer horizontalen Eisenbahn wird der so und so vielte Theil derjenigen Transportkraft, die auf einer horizontalen Straße nöthig sein würde, erspart; die Kosten dieser Kraftersparung, als der eben so vielte Theil der Kosten der Transportkraft auf der Chaussee angeschlagen, gewähren gute Zinsen der Kosten einer Eisenbahn: also ist es vortheilhaft, eine Eisenbahn statt der vorhandenen Chaussee zu bauen. Eine solche Rechnung kann, wenn das Terrain einigermaßen bedeutend uneben ist, so ungemein unrichtig sein, daß sich am Ende statt 5, 6 und mehrere Procent Zinsen, die man erwartete, vielleicht nur die Hälfte und noch weniger ergiebt; denn es wird ja durch die Eisenbahn keineswegs auch auf der nicht horizontalen Straße der eben so vielte Theil der gesammten Transportkosten erspart, als auf horizontaler Straße, sondern nur der eben so vielte Theil von einem Theile der Transportkosten, nämlich von demjenigen Theile, der auf die zur Ueberwindung der Reibung der Aren in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn nöthige Zugkraft kommt, keineswegs auch nur das Geringste von den Kosten der Kraft, die nöthig ist, die Lasten auf der schrägen Bahn in die Höhe zu heben; dieser letzte Theil der Kraft aber, welcher völlig unverändert der nämliche bleibt, kann so bedeutend sein, daß die wirkliche Ersparung an Transportkosten am Ende nur sehr gering ist. Und auf Ersparung an Transportkosten beruht einzig und allein die Möglichkeit der Ausführung von Eisenbahnen durch Privat-Unternehmer.

Besser schon, und sogar scheinbar ganz richtig würde es sein, wenn man, wie folgt, rechnete. Durch eine Eisenbahn wird gegen eine Chaussee von demjenigen Theile der

* Wir folgen dabei Hrn. Crelle in seiner oben näher angeführten Schrift: „Einiges allgemein Verständliche über Eisenbahnen ꝛc." S. 9 ꝛc.

Digitized by Google

Transportkraft, der zur Ueberwindung der Reibung der Wagenaxen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straße, also mit Ausschluß der zum Heben der Lasten über die Anhöhen erforderlichen Kraft, nothwendig ist, der so und so vielte Theil erspart; folglich der so und so vielte Theil des jenem Theile der Transportkraft entsprechenden Theils der Transportkosten. Diese Ersparung gewährt noch gute Zinsen der Anlagekosten der Eisenbahn: folglich ist es eine vortheilhafte Unternehmung, eine Eisenbahn auf der vorhandenen Chaussee zu bauen, oder dicht daneben. Aber auch diese Rechnung kann noch unrichtig sein, und selbst in solchem Maaße, daß wiederum statt 5 oder 6 Procent Zinsen am Ende nur die Hälfte herauskommt.

Um aber näher ans Licht zu stellen, wie und in welchem Maaße möglicherweise das Resultat der ersten von den obigen beiden Berechnungen von der Wahrheit abweichen kann, müssen wir zuvörderst auf einige Zahlen eingehen.

1) Ein Pferd von mittlerer Stärke kann auf einer guten, horizontalen Chaussee, mit der Geschwindigkeit von 1000 Ruthen in der Stunde, oder 3 $^1/_4$ Fuß in der Secunde, täglich 4 $^1/_2$ Meilen weit und bei einem Ruhetage nach je fünf Tagen, ein gut gebauetes Fuhrwerk, mit eisernen Axen, hohen Rädern u. s. w. fortziehen, welches mit seiner Ladung 24 Centner wiegt.

2) Das nämliche Pferd kann, mit der nämlichen Geschwindigkeit, täglich eben so weit, und ebenfalls den je fünften Tag ruhend, auf einer guten, horizontalen Eisenbahn, wiederum für die möglichste Verminderung der Reibung gebauete Fuhrwerke fortziehen, welche mit ihrer Ladung zusammen 240 Centner wiegen.

3) In beiden Fällen kommt auf das Gewicht der Fuhrwerke selbst etwa der dritte Theil der gesammten Last, so daß die fortgeschaffte Fracht zwei Drittheile derselben beträgt.

4) Die Kraft, welche das Pferd bei seiner oben beschriebenen Wirkung in horizontaler Richtung anwendet, ist zu einem Centner oder 110 Pfund anzunehmen; das Gewicht des Körpers des Thieres zu 5 Centner.

5) Derjenige Theil des horizontalen Widerstandes also, den die Fuhrwerke, auf der Straße, in der Reibung der Radaxen auf den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn finden, beträgt auf der Chaussee den 24sten und auf der Eisenbahn den 240sten Theil des Gewichts der Fuhrwerke; denn auf einer horizontalen Straße giebt es keinen andern Widerstand, als jenen, und folglich wird hier die gesammte Zugkraft des Pferdes von 1 Centner zur Ueberwindung der auf der Chaussee von 24 Centner, und auf der Eisenbahn von 240 Centner Last herrührenden Reibung verwendet.

6) Die Kraft, welche unabhängig von der Reibung der Axen der Fuhrwerke und der Radfelgen auf der Bahn, also außer derselben nöthig ist, eine Last eine schräge Bahn bergauf zu ziehen, ist, einem Naturgesetze zufolge, dem nämlichen Theil der Last gleich, welchen die auf der Bahn erstiegene Höhe von ihrer Länge ausmacht. Also wenn z. B. die Straße 1 auf 24, d. h. z. B. 1 Fuß auf 24 Fuß Länge, oder 1 Ruthe auf 24 Ruthen Länge u. s. w. hinauf steigt, so beträgt die Kraft, welche, außer derjenigen zur Ueberwindung der Reibung, zum Heraufziehen der Last nöthig ist, den 24sten Theil derselben. Steigt die Straße 1 auf 50, so beträgt sie den 50sten Theil der Last ꝛc.

Hieraus würde sich nun, wenn man, zunächst nach den einfachsten, scheinbar richtigen Ansichten, einen Ueberschlag machen wollte, Folgendes ergeben:

Um 240 Centner auf einer horizontalen Chaussee fortzuziehen, sind nöthig	10	Pferde-Kraft
auf einer horizontalen Eisenbahn hingegen nur	1	" "
Also werden durch die Eisenbahn gegen die Chaussee erspart	9	" "
oder $^9/_{10}$, d. h. der Zugkraft	90	Procent.

Steigt dagegen die Chaussee sowohl, als die Eisenbahn, z. B. 1 : 240, so ist beim Bergauffahren auf der einen sowohl, wie auf der andern, noch außerdem zum Emporheben der Last der 240ste Theil derselben, mithin noch 1 Pferdekraft nöthig. Also sind, um die 240 Centner bergauf zu schaffen, überhaupt nöthig

auf der Chaussee	11	Pferde-Kraft
auf der Eisenbahn	2	" "
Mithin werden durch die Eisenbahn gegen die Chaussee erspart, wieder . . .	9	" "
oder $^9/_{11}$, d. h. der Zugkraft	81 $^9/_{11}$	Procent.

Steigen die beiden Straßen 1 auf 120, so ist zum Emporheben der Last der 120ste Theil derselben nöthig; also noch 2 Pferde Kraft, mithin überhaupt auf

der Chaussee	12	Pferde-Kraft
auf der Eisenbahn	3	" "
und es werden durch Eisenbahn gegen die Chaussee erspart, wieder	9	" "
oder $^9/_{12}$, d. h. der Zugkraft, u. s. w.	75	Prozent.

Ueberhaupt sieht man, daß nach dieser Art zu rechnen immer 9 Pferde-Kraft für 240 Centner Last erspart werden würden, welches auch das Gefälle der beiden Straßen sein mag. In der That würde die Ersparung in allen Fällen diejenige Kraft sein, welche zur Ueberwindung der Reibung auf der Eisenbahn weniger nöthig ist, als auf der Chaussee; denn der andere Theil der Zugkraft, welchen das Emporheben der Last erfordert, bleibt, wie schon bemerkt, auf beiden Straßen, so wie auch auf jeder beliebigen andern immer und völlig unverändert derselbe. Da nun aber die gesammte Zugkraft mit dem Gefälle immer fort zunimmt, so ist die Ersparung von 9 Pferde-Kraft, so wie die Straße steiler wird, auch immer fort ein geringerer Theil der gesammten Zugkraft. Steigen die beiden Straßen z. B. 1 auf 24, so wären auf der Chaussee zusammen 20 Pferdekraft nöthig und die Ersparung von 9 Pferden Kraft betrüge nur noch $^9/_{20}$ oder 45 Procent der gesammten Zugkraft, statt der 90 Procent auf der horizontalen Bahn; also nur noch halb so viel.

Es darf indessen, ehe wir weiter gehen, nicht unbemerkt bleiben, daß die vorhergehende Rechnungsart, obgleich in der That die daraus sich ergebenden Verhältnisse der Ersparung der Zugkraft auf der Eisenbahn gegen die auf der Chaussee wirklich genau dieselben sind, welche eine richtigere Rechnung ergiebt, dennoch in Rücksicht des Betrages der Zugkraft selbst, auf der einen oder der andern

Digitized by Google

Art von Straßen bedeutende Modificationen erleiden. Diese Modificationen ziehen freilich keine Aenderungen der Resultate nach sich, worauf es hier ankommt; allein sie dürfen nicht unerwähnt bleiben, um nicht eine Rechnungsmethode überhaupt für richtig anzugeben, welche es nicht ist.

Diese Modificationen sind folgende:

Erstlich nämlich ist es, streuge angenommen, nicht richtig, für den Widerstand, den die Fuhrwerke auf der Straße durch die Reibung der Radaxen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn finden, auch dann, wenn die Straße nicht horizontal ist, den nämlichen Theil der Last anzunehmen, wie wenn die Straße wagerecht liegt. Denn die Richtung des Druckes ist immer senkrecht, also dann, wenn die Straße nicht horizontal ist, auf derselben nicht senkrecht, wie in dem Fall einer horizontalen Straße. Der Druck der Last auf eine schräge Bahn ist schräg, und der von der Last herrührende senkrechte Druck auf die Bahn ist geringer als die Last. Und da sich nun die Reibung einer Last auf einer Fläche nur nach dem perpendiculären Druck richtet, so ist auch die Reibung etwas geringer, als sie oben angesetzt wurde. Freilich ist der Unterschied nur sehr gering; er beträgt, selbst bei dem stärksten Gefälle einer Straße von 1 auf 18, noch nicht den 600ten Theil des Ganzen. Gleichwohl ist er vorhanden.

Zweitens muß, nächst der Last, welche die Pferde auf einer schrägen Straße in die Höhe ziehen, auch das eigene Gewicht der Thiere selbst von ihnen in die Höhe gebracht werden, so daß also das Gewicht der Zugthiere selbst zu dem Gewicht der Wagen, vor welche sie gespannt sind, noch hinzukommt. Der Unterschied, welcher hieraus in den einzelnen Resultaten entsteht, ist bedeutend, weil das Gewicht der Pferde gegen die Last, welche sie ziehen, nicht unbeträchtlich ist.

Drittens ist die Anstrengung, welche Zugthiere bergauf machen müssen, um eine größere Zugkraft hervorzubringen, stärker, als die Zugkraft selbst. Dieser Umstand liegt in dem Bau des Körpers der Thiere. Ein Pferd bringt dadurch seine Zugkraft hervor, daß es sich nach vorn überlehnt, damit sein Schwerpunkt vor seine Unterstützung falle. In der zu diesem Ueberlehnen und dem Fortbewegen seines Körpers nöthigen Anwendung der Muskelkraft, besteht die Anstrengung, die es machen muß, um zu ziehen. Auf schräger Bahn muß es sich aber, etwa um den Winkel, den die Bahn mit dem Horizont macht, stärker überlegen, als auf horizontaler Straße für die nämliche Zugkraft. Also ist seine Anstrengung auf schräger Bahn, zur Hervorbringung der nämlichen Zugkraft stärker, als auf wagerechter Straße. Dieser Unterschied der Anstrengung der Zugthiere ist ebenfalls nicht unbedeutend. Die beiden letzten Umstände müssen daher auch nothwendig um so mehr in Rechnung kommen.

Eine Auseinandersetzung der Art, wie diese Modificationen mittelst des Calculs in Rechnung zu bringen sind, würde hier zu weit führen, hier auch nicht recht am Platze sein; wir kommen weiter unten darauf zurück. Sie kann aber auch hier um so eher unberücksichtigt gelassen werden, da, wie bemerkt, die Resultate, auf welche es hier ankommt, von denen der obigen einfachen, allgemein verständlichen Rechnung nicht abweichen. Die Resultate sind folgende:

Neigung der Straße gegen den Horizont.	Gesammte nothwendige Anstrengung der Zugthiere, um 240 Ctnr. bergauf zu ziehen.		Also auf der Eisenbahn weniger	Es werden daher an der Zugkraft gegen die auf der Chaussee erspart
	Auf einer Chaussee	Auf einer Eisenbahn		
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Procent.
0 oder horizont.	1100	110	900	90
1 auf 240	1263	230	1033	81 $^{9}/_{11}$
1 " 120	1440	360	1080	75
1 " 72	1703	553	1150	67 $^{1}/_{2}$
1 " 48	2084	834	1250	60
1 " 36	2538	1168	1370	54
1 " 24	3771	2074	1697	45
1 " 18	5775	3547	2228	38 $^{6}/_{9}$

Die Tafel zeigt, daß der Betrag der Zugkraft selbst auf der Chaussee, wie auf der Eisenbahn, so wie ihr Unterschied, von demjenigen, welchen die obige kürzere Rechnung gab, überall und sogar bedeutend abweicht, indem z. B. die Ersparung an Zugkraft keineswegs überall 9 Centner beträgt, sondern sogar bis über 20 Centner steigt. An den obigen Beispielen der horizontalen Straße und der von 1 auf 240, 120 und 24 steigenden aber sieht man, daß das Verhältniß der Zugkraft auf der Eisenbahn zu derjenigen auf der Chaussee in der obigen Tafel, mit den oben gefundenen genau übereinstimmt; die Ersparung ist hier, wie dort, in den erwähnten Fällen resp. 90, 81 $^{9}/_{11}$, 75 und 45 Procent.

Es läßt sich aus diesen Betrachtungen das sehr wichtige Resultat ziehen, daß es nothwendig ist, die Eisenbahnen möglichst horizontal anzulegen, es mag nun auf denselben mit Pferde- oder mit Dampfkraft gefördert werden. Wir werden auf die Nachtheile eines stärkern Gefälles einer Eisenbahn als $^{1}/_{240}$ in dem folgenden Capitel zurückkommen.

Wir reden nun zuvörderst noch von der Pferdekraft beim Eisenbahntransport. *

Obgleich man des Pferdes seit Jahrhunderten zum Ziehen von Wagen sich bedient, so fehlt es doch noch an zureichender Ermittelung seiner Zugkraft bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Die große Verschiedenheit der Pferde macht allerdings diese Ermittelung sehr schwierig, und zum Theil auch vergeblich.

Die Frage ist auch nicht bloß Gegenstand der Mechanik. Wenn man die Kosten der größten Wirkung sucht, so kommt bei der Ermittelung auch die Schätzung der Lebensdauer der Pferde in Betracht, als ein zu erneuerndes Anlagekapital; und nur diejenigen vermögen hier eine richtige Schätzung zu machen, die Gelegenheit haben, anhaltend und längere Zeit die Wirkung der Anstrengung auf die Complexion der Pferde in der Nähe zu beobachten. Bis jetzt sind noch keine Beobachtungen darüber bekannt geworden und wir wissen von diesem Gegenstande noch we-

* Nach Minard's Vorlesungen über Eisenbahnen, S. 149 ff.

Digitized by Google

nig. Zuverläſſige Kenntniſſe davon ſind um ſo ſchwieriger zu erlangen, weil man mehrere Jahre hindurch die, auch zu einer und derſelben Arbeit beſtimmten, Pferde beobachten müßte.

Folgendes ſind die Reſultate einiger Beobachtungen:

Geſchwindigkeit der Bewegung.			Täglicher Dienſt.		Laſt, welche fortgezogen wird.		Zugkraft.	Verhältniß der Reibung zur Laſt.	Laſt, ſo auf 1 Meile fortgeſchafft wird.		Anmerkungen.
In der Stunde.	In der Secunde.								Im Ganzen	Nutzlaſt	
Ruthen.	Fuß.	Zoll.	St.	M.	Ctr.	Pfd.	Pfd.		Ctr.	Ctr.	
800	2	10	10	—	233	—	109	1 : 240	1048	754	Nach Hrn. Wood auf Eiſenbahnen.
2390	7	11½	3	—	16	—	70½	1 : 25	57⅔	31½	Franzöſiſche Diligeneen.
4248	14	2	1	30	9	77	42⅔	1 : 25	31½	13⅔	Engliſche Diligeneen.
3452	11	6	1	18	130	—	79	1 : 180	298⅓	157	Diligencen auf der Eiſenbahn von Lyon, in der Ebene. Wenig Unterſchied auf Abhängen von 1 auf 167 und 71.

Das erſte Reſultat, für den Schrittgang der Pferde, iſt von Herrn Wood angegeben. Die Wirkung iſt nach der Reibung berechnet, welche die Wagen von beſtimmtem Gewicht auf beſtimmten Abhängen erfahren.

Das dritte Reſultat, für den kleinen Galopp der Pferde, iſt aus verſchiedenen engliſchen Schriften genommen, beſonders aus den Mittheilungen des Hrn. Maeneill über ſeine Beobachtungen bei Diligencen, welche ergeben, daß die Kraft eines Pferdes, vor die stage-coaches geſpannt, im Galopp, in der Ebene, bei 4248 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde, ungefähr 42⅔ Pfd. iſt.

Nach dieſen nämlichen Beobachtungen iſt aber die Kraft nicht ſtärker als 36 ½ Pfd., wenn die Geſchwindigkeit auf 2655 Ruthen in der Stunde vermindert wird, während alles Uebrige ganz das nämliche bleibt; woraus man ſchließen könnte, daß der Widerſtand, der für 4248 Ruthen Geſchwindigkeit der 25ſte Theil dieſer Laſt war, bei 2655 Ruthen bis auf den 30ſten Theil abnimmt. Dieſe Verminderung liegt augenſcheinlich in der des Widerſtandes der Luft, und zugleich in einer Abnahme des durch den Stoß der Räder entſtehenden Verluſtes an lebendiger Kraft. Man muß alſo darauf Rückſicht nehmen, wenn man die Widerſtände für verſchiedene Geſchwindigkeiten berechnen will. In Ermangelung von Beobachtungen würden wir das Verhältniß von 1 zu 30 für franzöſiſche Diligeneen angenommen haben, welche mit 2390 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde ſich fortbewegen, wenn wir nicht das Verhältniß 1 zu 25 für franzöſiſche Chauſſeen angemeſſener erachtet hätten, indem ſie weniger eben ſind, als die engliſchen. Dieſerhalb, und wegen der gewöhnlichen Länge der Relais, haben wir für die Geſchwindigkeit und Ladung der Pferde das obige Reſultat geſetzt, welches gut genug mit den wenigen Beobachtungen übereinſtimmt, die darüber angeſtellt worden ſind.

Das vierte Reſultat iſt von den Diligeneen auf der Lyoner Eiſenbahn genommen. Es bedarf aber, da dieſelbe erſt 18 Monate im Gange iſt, noch der Beſtätigung einer längern Erfahrung.

Das erſte Reſultat giebt wahrſcheinlich nicht das Maximum der Wirkung an. Die Schienenwege, auf welchen Herr Wood beobachtet hat, werden bergab mit Ladung und bergauf leer befahren. Auf den vierten Theil des Weges war die Reibung geringer, als die Wirkung der Schwere, des Abhanges wegen, und die Pferde zogen gar nicht. Auf ein zweites Viertel des Weges war die nöthige Zugkraft ſehr gering. Wenn nun ein Pferd ſich bewegt, ohne zu ziehen, ſo wird es ohne Zweck ermüdet. Deshalb läßt man auf der Darlingtoner Straße die Pferde, ſobald der Wagen von ſelbſt hinabrollen kann, auf eine Plateform ſteigen, die an den hinterſten Laſtwagen angehängt iſt. Dadurch erſpart man nicht allein an Kraft, ſondern auch an Zeit, weil die Wagen ſchneller laufen, als das Pferd es würde thun können. Ein Pferd, welches, ehe man dieſe Anordnung gemacht hatte, in den 6 Wochentagen 236 ½ Centner Steinkohlen 37173 Ruthen weit fortſchaffte, transportirt jetzt dieſe Laſt, in der nämlichen Zeit 51244 Ruthen weit. Die Wirkung des Pferdes iſt alſo um mehr als den dritten Theil vergrößert worden, ungeachtet das Pferd die Plateforme mit fortziehen muß. Auf der Straße von St. Etienne nach Rive-de-Gier, wo das Verfahren ſehr anwendbar zu ſein ſchien, hat es jedoch nicht vortheilhaft genug geſchienen, um angenommen zu werden.

Von den Dampfwagen.

Der Transport mit Dampfwagen bei einer faſt unglaublichen Geſchwindigkeit iſt eine Erfindung der neueſten Zeit; erſt ſeit 1830 hat er eine ausgedehnte und allgemeine Anwendung gefunden; auch iſt die Kunſt, Dampfwagen zu erbauen, durchaus noch nicht zur Vollkommenheit gediehen und noch weniger die Kunſt, die Kraft der Dämpfe

Digitized by Google

auf das Vortheilhafteſte zum Transport von Laſten zu benutzen.

Wir beſchreiben hier nun einen Dampfwagen, einen von denen, die auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn im Betriebe ſind, conſtruirt nach dem Syſtem von Robert Stephenſon, welches in neueſter Zeit zwar manche Abänderungen und Verbeſſerungen erlangt hat, aber im Allgemeinen doch das anerkannt beſte iſt.* — Man unterſcheidet im Allgemeinen die größern Maſchinen mit 6 und die kleinern mit 4 Rädern; auf deren Vortheile und Nachtheile wir weiter unten zurückkommen. Wir beſchreiben hier eine Maſchine der letztern Art.

Aufzählung und Beſchreibung der einzelnen Theile des Wagens. Fig. 2, der Doppeltafel XLVII und XLVIII, ſtellt einen Dampfwagen von der im Allgemeinen als der beſten anerkannten Einrichtung vor. Der Mechanismus des Wagens iſt ſo einfach, daß eine kurze Beſchreibung hinreichen wird, ſeine Bewegung zu erklären. Was etwa noch bei dieſer Beſchreibung undeutlich bleibt, wird aus den Einzelnheiten, die weiterhin zur Sprache kommen, deutlicher werden.

Die Haupttheile der Maſchine ſind: der Ofen und der Keſſel, zur Erzeugung des Dampfes; — das Schiebventil und die Cylinder, zum Wirkſammachen der Dampfkraft; — die Kurbeln und Räder, welche die Bewegung von den Kolben auf die Maſchine ſelbſt übertragen. — Nachdem wir dieſe Haupttheile beſchrieben haben werden, können wir zu den Nebentheilen übergehen und jedem derſelben ſeine Stelle anweiſen.

Vom Keſſel giebt Fig. 4 derſelben Tafel einen vollſtändigen Begriff. Man ſieht, daß der Körper der Maſchine aus drei verſchiedenen Theilen beſteht. Der vordere Theil, rechts in der Figur, welcher die Eſſe C trägt, iſt von den beiden andern durch die Wand tt abgeſondert. Die beiden andern Theile bilden zuſammen den Keſſel. Beide ſind zu einer gewiſſen Höhe, nämlich bis zu cd, mit Waſſer angefüllt; jedoch nimmt auch das Feuer einen Theil ihres innern Raumes ein, wie man ſogleich ſehen wird.

Der hinterſte der drei Theile enthält nämlich einen parallelepipediſchen Raum, e, welcher von dem Brennſtoff angefüllt wird, und der alſo der Ofen der Maſchine iſt. Der Raum zwiſchen den Seitenwänden des Ofens und den äußern Wänden ſteht in offener Verbindung mit dem übrigen Raume des Keſſels, und iſt alſo ebenfalls voll Waſſer. Der Ofen wird in dem Theile des Wagens, in welchem er ſich befindet, durch ſtarke Bolzen unterſtützt und damit verbunden. Dieſe Bolzen geben dieſem Theile des Keſſels, welcher, weil er nicht rund iſt, weniger Widerſtand leiſtet, als der cylindriſche Theil, die nöthige Feſtigkeit.

Die Heißkammer, der Ofen oder Feuerkaſten (Fire-box, engl.) e wird alſo, da er ſich mitten in dem einen Theile des Keſſels befindet, von allen Seiten von Waſſer umgeben, nur an der Einheißthüre l und am Boden nn nicht. Der Boden hat einen Roſt, von welchem nn einen Stab vorſtellt. Fig. 5 zeigt den Roſt im Querdurchſchnitt.

* Wir folgen bei dieſer Beſchreibung dem vorn erwähnten trefflichen Werke des Herrn de Pambour.

Vor der Einheizthüre l liegt ein ſtarkes Brett BB, Fig. 2, auf welches ſich der Führer der Maſchine ſtellt. Dem Dampfwagen folgt unmittelbar der Munitionswagen (tender), welcher jenem Kohlen und Waſſer nachführt (ſ. Fig. 1, Taf. XLIX). Ein Feuerſchürer (fireman) wirft von demſelben die Kohlen durch die Thüre l in den Ofen, und läßt Waſſer in den Keſſel zu, ſo oft es nöthig iſt. Das Waſſer wird vermittelſt einer Druckpumpe, welche die Maſchine ſelbſt in Bewegung ſetzt, und von welcher wir unten weiter ſprechen werden, in den Keſſel geſchafft.

Durch die Zwiſchenräume der Stäbe des Roſtes ee, die ſtets offen bleiben, tritt die zum Verbrennen nöthige Luft in den Ofen. Die in denſelben geworfenen Koaks fallen auf den Roſt und werden von demſelben getragen. Nachdem das Feuer angeſchürt und die Heißthüre verſchloſſen worden iſt, befindet ſich die Flamme gänzlich in den Ofen eingeſperrt. Sie nimmt dann ihren Ausweg durch eine Menge kleiner Röhren e′, e′, welche man noch deutlicher in Fig. 5 ſieht. Dieſe Röhren führen ſie, den ganzen zweiten Theil des Keſſels entlang, in die Eſſe.

Man ſieht hieraus, daß, da das Feuer ganz von dem Ofen eingeſchloſſen und überall vom Waſſer umgeben iſt, gar keine Heizkraft deſſelben verloren geht. Sodann vertheilt ſich die Flamme, auf ihrem Wege nach der Eſſe, auf die vielen obengedachten kleinen Röhren. Sie durchkreuzt alſo das Waſſer im Keſſel; und da die Röhren zuſammen eine große äußere Berührungsfläche gegen das Waſſer haben, ſo gelangt die Flamme nur erſt, nachdem ſie ſo viel Hitze, als nur möglich, an das Waſſer abgeſetzt hat, in die Eſſe. Nachdem die Flamme an das Ende der Röhren e′, e′ gelangt iſt, befindet ſie ſich in dem dritten Theile des Keſſels, und entweicht nun frei durch die Eſſe C.

Die Hitze wird alſo hier auf zwei verſchiedene Arten benutzt. Das Waſſer nämlich, welches den Ofen umgiebt, iſt in unmittelbarer Berührung mit der Hitze des Feuers und alſo der Wirkung der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzt. Dagegen empfängt das im mittleren Theile des Keſſels befindliche Waſſer die Wärme nur durch die Berührung der Flamme und der aus dem Ofen entweichenden heißen Luft. Es iſt alſo dort der Wirkung der Wärme durch Mittheilung unterworfen.

Von der Wirkung der Cylinder. Den zweiten weſentlichen Theil der Maſchine machen die Cylinder mit dem Schiebventil oder Schieber (slide) aus. Auch von dieſem Theile die Anordnung zu zeigen, iſt Fig. 4 beſtimmt.

Im Innern des oben von den Dämpfen eingenommenen Theils des Keſſels befindet ſich eine weite Röhre VV′. Sie iſt an ihrem einen Ende offen, und leitet die Dämpfe nach den Cylindern. Bei V′, im Innern der Röhre, iſt ein Hahn oder Regulator, außerhalb des Keſſels durch die Kurbel T drehbar. So wie man den Hahn mehr oder weniger umdreht, wird den Dämpfen der Ausgang mehr oder weniger geöffnet.

Der Dampf, welcher in dem Keſſel in großer Menge erzeugt wird, nimmt, wenn er nicht entweichen kann, eine ſtarke ausdehnende Kraft an. Oeffnet man darauf den Hahn V′, ſo bringt der Dampf von oben durch die Oeffnung V in die Dampfröhre, und dieſe führt ihn nach der

Digitized by Google

Mündung v des Ventilgehäuses. Hier öffnet der Schieber x, welcher durch die Maschine selbst in Bewegung gesetzt wird, dem Dampfe den Eingang in die beiden Cylinder, abwechselnd nach dem einen und dem andern Ende derselben hin. Die beiden Cylinder liegen horizontal auf dem Boden des Essenendes der Maschine, wo das Spiel der Flamme an den Wänden dieses Theils den Dampf heiß erhält, und ihn gegen die Abkühlung durch die äußere kalte Luft schützt.

Die Pfeile zeigen in der Figur die Richtung der Bewegung der Dämpfe an, von ihrem Eintritt bei V, bis zu dem Schiebergehäuse. So wie hier die Lage des Schiebers gezeichnet ist, ist dem Dampfe der Eintritt 1 in den Cylinder offen, und es wird folglich der Kolben in der Richtung des Pfeils fortgetrieben. Im nächsten Augenblick öffnet sich der Eintritt 2, und darauf treibt der Dampf den Kolben nach der entgegengesetzten Seite hin. Nachdem der Dampf seine Wirkung vollbracht hat, tritt er in die Röhre v', und wird durch dieselbe in die Esse und durch diese in die freie Luft geleitet.

Die Eintrittsstelle V des Dampfes in die Dampfröhre ist deshalb angemessen hoch angeordnet, damit nicht das in dem Kessel beim Sieden aufwallende und von der Maschine geschüttelte Wasser durch die Eintrittsöffnung des Dampfes in die Dampfröhre gerathe.

Die Kurbeln und die Räder. — Die auf die beschriebene Weise in Bewegung gesetzten Kolbenstangen, welche durch feste Lager an jeder Abweichung von der geradlinigen Bewegung gehindert werden, theilen nun der Are der beiden hintern Räder des Wagens eine drehende Bewegung mit. Die Verwandlung der hin- und hergehenden Bewegung der Kolbenstangen in die drehende Bewegung der Are, geschieht durch eine Kurbel an der Are. Man sieht diese Anordnung in Fig. 4. So wie der Dampf die Kolbenstange hin und her treibt, dreht er die Kurbel y, z um, und vermittelst dieser die Are und die Räder, welche an der Are fest sind. Da es nun aber in dem Umlaufe der Kurbel zwei Punkte giebt, in welchen die auf sie wirkende hin- und herziehende Kraft die Kurbel eben sowohl weiter als zurück drehen könnte, nämlich diejenigen beiden Punkte, die in der durch den Umdrehungspunkt der Kurbel gehenden Richtung der Kolbenstange liegen, so sind die den beiden Kolbenstangen correspondirenden zwei Kurbeln so mit der Are verbunden, daß sie in einem rechten Winkel gegen einander stehen. Auf solche Weise empfängt nun jedesmal die eine Kurbel dann die volle Wirkung des Dampfes, wenn derselbe auf die andere, ihrer Länge wegen, gar nicht wirkt; und die Kraft der Maschine bleibt stets unverändert. Dies letzte ist nun wohl nur näherungsweise der Fall; denn weder die Kraft des Dampfes ist unveränderlich, noch würde, bekanntlich selbst dann, wenn sie es wäre, ihre Einwirkung auf die beiden Kurbeln, in ihren verschiedenen Lagen, dieselbe sein. Die Veränderlichkeit der Kraft der Maschine wird nur durch das Beharrungsvermögen der in Bewegung gesetzten Masse ausgeglichen, was sonst noch besonders bei Kurbeln durch ein Schwungrad unterstützt zu werden pflegt. Näher würde die Art der Wirkung der Dampfkraft der Unveränderlichkeit kommen, wenn statt zweier, drei Cylinder und drei Kurbeln vorhanden wären, welche mit einander Winkel von

60 Graden einschlössen. Aber die Maschine würde dadurch vielleicht zu schwer und künstlich werden.

Da die beiden Cylinder, wie oben gesagt, unter dem Kessel liegen, so stehen die Kolbenstangen, unter dem Wagen, direct mit den Kurbeln in Verbindung; wie es auch die Figur zeigt. Die in Bewegung gesetzte Kurbelare dreht sich nun mit den Rädern, mit welchen sie nur eine Masse ausmacht, zugleich herum, und der Wagen wird auf die Weise fortgetrieben, wie, wenn man die Räder durch Eingreifen in ihre Speichen herumdrehte.

Da der einzige Stützpunkt der Bewegung der Widerstand ist, den die Räder auf den Bahnschienen finden, von welchen sie getragen werden, welcher Widerstand sie nur zwingt, fortzurollen, an derselben Stelle bleibend, gleitend sich zu drehen; so könnte es zweifelhaft scheinen, ob auf einer so glatten Fläche, wie die der Schienen, die zum Umdrehen gezwungenen Räder dennoch nicht gleiten würden, anstatt fortzurollen, besonders dann, wenn der Dampfwagen bedeutende Lasten fortzuziehen hat. Allein die Erfahrung lehrt, daß die Reibung der Räder auf den glatten Schienen, so gering sie auch sein mag, dennoch, weil auch die zum Fortziehen der Lasten auf der Schienenbahn erforderliche Kraft nur gering ist, hinreicht, den Dampfwagen, mit allen Fuhrwerken, die er nach sich zieht, fortrollen zu machen.

In den meisten Fällen ist die Reibung blos zweier Räder auf den Schienen zum Stützpunkt der Zugkraft hinreichend, besonders bei Dampfwagen, deren Gewicht so vertheilt ist, daß zwei Drittheile desselben auf den ziehenden Rädern, nämlich denen mit der Kurbelare, ruhen. Ist eine bedeutendere Zugkraft nöthig, so macht man die vier Räder einander gleich. Für dergleichen Fälle kann man, wenn es nöthig ist, die vorderen Räder mit den hinteren durch metallene Stangen außerhalb der Räder, nämlich jedes Vorderrad mit dem correspondirenden hintern Rade, in Verbindung setzen, oder kuppeln. Eine solche Kuppelstange sieht man in Fig. 7. C ist die Verlängerung der Kurbelare außerhalb des Wagens. Ein neuer Kurbelarm Co ist an diese Verlängerung der Are befestigt, und wird also durch die Are herumgedreht. In o befindet sich ein solcher Kugelzapfen. Bei m leitet ein Heber mit baumwollenem Docht das Oel in den Zapfen. n, n sind Schlüssel oder Keile, um die Verbindungsstange zu verkürzen, oder zu verlängern. An ihrem andern, hier abgebrochenen, Ende ist die Stange auf gleiche Weise mit dem Kurbelarme des andern Rades verbunden. Wenn also nun die Kurbelare C und folglich die Kurbel Co, herumgetrieben wird, so theilt sie ihre Bewegung vermittelst der Verbindungsstange und der Kurbel an der Vorderare, auch dieser mit. Die Kraft der Maschine wird so von den beiden hintern Rädern auch auf die beiden vordern übertragen, und es reiben sich nun alle vier auf den Schienen. Wenn die vordern Räder des Dampfwagens nicht an die hintern gekuppelt sind, so muß derjenige Theil des Gewichts des Wagens, der auf den vordern Rädern ruht, durch die Kraft der hintern Räder ebenfalls noch fortgeschafft werden, so daß dieses Gewicht dann noch zu demjenigen des Munitionswagens und der fortzuziehenden Bahnfuhrwerke, welche alle keinen Stützpunkt für die fortzuziehende Kraft gewähren, hinzukommt; die Reibung der hintern Räder auf den Schienen, welche

Digitized by Google

dem auf ihnen ruhenden Theile des Gewichts des Wagens entspricht, muß also dann allein der zum Fortziehen der gesammten, wie vorhin bemerkt, noch durch den auf den vordern Rädern ruhenden Theil des Gewichtes des Dampfwagens selbst, verstärkten Last gewachsen sein. Sind hingegen die vordern Räder mit den hintern gekuppelt, so entspricht die Reibung der Räder des Dampfwagens auf den Schienen dem ganzen Gewichte des Fuhrwerks, und folglich ist dann der, der Zugkraft zum Stützpunkt dienende Widerstand stärker, als vorhin; diejenige Last hingegen, welche der fortziehenden Kraft keinen Stützpunkt gewährt, ist noch außerdem um das Gewicht des auf den vordern Rädern ruhenden Theils des Dampfwagens geringer. Also wird durch die Kuppelung der Räder die Wirkung des der fortziehenden Kraft zur Stütze dienenden Widerstandes, wenn gleich auch nicht die fortziehende Kraft selbst, auf doppelte Weise verstärkt.

Hat der Dampfwagen sechs statt vier Räder, und könnte man vielleicht noch, durch Stellschrauben, das Gewicht des Wagens nach Belieben auf die Räder vertheilen, so würde sich der von der Reibung auf den Schienen herrührende, der Zugkraft zum Stützpunkt dienende Widerstand beliebig modificiren lassen, von Null an, bis zu der dem gesammten Gewichte des Wagens entsprechenden Reibung; letzteres durch Kuppelung der Räder. Man würde dann, ohne die Dampfmaschine zu hemmen, den Dampfwagen sogar ganz unwirksam machen und ihn förmlich zum Stillstehen bringen können: dadurch nämlich, daß man seine ganze Last von den mittlern Rädern abhöbe und auf die vier übrigen, losgekuppelten Räder legte, was bei vierrädrigen Wagen nicht angeht.

Damit im Fahren der Dampfwagen nicht von den über dem Boden erhöht liegenden Bahnschienen herunter gleiten könne, haben seine Räder, wie schon bemerkt, an der innern Seite einen vorstehenden Spurkranz, welcher sie am Ausgleiten nach den Seiten hindert. Damit nun aber dieser Rand nicht fortwährend seitwärts an den Schienen sich reiben möge, sind die Räder neben dem Rande nicht vollkommen cylindrisch, sondern ein wenig conisch; und zwar ist zunächst an dem Spurkranze ihr Durchmesser ein wenig größer, als außerhalb. Die Folge davon ist, daß, wenn z. B. der Wagen ein wenig links gedrängt wird, das linkseitige Rad, welches nun mit einem größern Durchmesser aufruht, dieserhalb einen längern Weg durchlaufen muß, als das rechtseitige Rad; wodurch denn der Wagen auf den Schienen schnell wieder in seine gehörige Lage zurückgebracht wird. Man sieht so geformte Räder in Fig. 3. Indessen gleitet denn wohl der Wagen, vermöge seines Schwunges, erst wieder zu weit rechts ab; und nur nach wiederholtem Rechts- und Links-Abgleiten kann er erst wieder in das richtige Geleise zurückgelangen. In der Regel bewegen sich auch die Bahnfuhrwerke auf den Schienen fast nie ganz gerade aus, sondern beschreiben immer eine, abwechselnd rechts und links ausweichende, obwohl sehr langgestreckte, Schlangenlinie.

Ein Vorzug der sechsrädrigen Dampfwagen vor den vierrädrigen ist auch der, daß die mittleren, hauptsächlich und in der Regel den größten Theil des Gewichts des Wagens tragenden Räder gar keines Spurkranzes bedürfen, sondern vollkommen cylindrisch sein können, so daß also die Reibung an den Schienen von der Seite geringer ist. Denn nur die übrigen vier Räder, die in der Regel weniger belastet sind, bekommen Spurkränze; und diese Räder allein sind, wie die Erfahrung zeigt, hinlänglich, den Dampfwagen in dem richtigen Geleise zu erhalten. —

Herr Rob. Stephenson, der zuerst die Dampfwagen mit sechs Rädern anwendete, hatte bei dieser größern Vertheilung des Gewichts hauptsächlich den Zweck, einen größern Kessel anwenden zu können, ohne die Schienen stärker als bei vierrädrigen Wagen belasten zu müssen. Ein anderer Vortheil der sechsrädrigen Wagen ist, daß sie stehen bleiben, wenn auch eine der Radaren bricht, daß dabei natürlich für die Kessel keine äußere Verletzung zu befürchten ist, und daß sie sich bei Krümmungen mit kleinem Halbmesser leichter fortbewegen, als vierrädrige mit gekuppelten Rädern. — Dennoch sind die engl. Ingenieure nicht einstimmig in Bezug auf die Frage, ob die vier- oder die sechsrädrigen Wagen die vortheilhaftern seien; einige der besten Werkstätten liefern nur erstere, andere nur letztere. — Neuerlich sucht man die Geschwindigkeit der Wagen durch eine große Radhöhe von 6, 7, ja selbst 8 Fuß zu befördern; auch sind die Locomotive auf den neuesten Bahnen sehr breit.

Die Sicherheits-Ventile. Die drei bis jetzt beschriebenen Theile eines Dampfwagens sind es hauptsächlich, auf welchen seine Wirkung beruht. Die übrigen Theile sind nur mehr Nebendinge, und nur bestimmt, die durch die Haupttheile hervorgebrachte Kraft der Maschine zu lenken und wirksam zu machen.

Der Kessel hat zwei Sicherheitsventile E und F, Fig. 2 und 4. Eines derselben ist zuweilen in einer Kapsel verschlossen, damit der Führer der Maschine außer Stande sei, es zu überladen, wozu er versucht werden möchte, in der Absicht, die Kraft der Maschine zu verstärken, selbst auf die Gefahr, sie zu beschädigen. In der Regel aber verzichtet man auf diese Anordnung, wegen der sonstigen damit verbundenen Uebelstände. Uebrigens beziehen wir uns auf das, in der 1. Abth., S. 284 u. ff., über die Sicherheitsmaßregeln bei Dampfmaschinen Gesagte.

Der Wasservisirstab (water-gauge). An dem Kessel befindet sich eine Visirröhre, welche die Höhe des Wassers im Kessel anzeigt. Sie besteht aus einer Glasröhre m o, Fig. 8, Taf. XLVII, deren Enden in Kapseln a, a stecken, mit Hähnen, welche die Röhre mit dem Innern des Kessels in Verbindung setzen, und die außerhalb gedreht werden können; wie es die Figur zeigt. Sobald die beiden Hähne r, r, ober- und unterhalb geöffnet werden, tritt das Wasser aus dem Kessel in die Röhre, und so hoch hinauf, wie es im Kessel steht. Durch den Hahn s kann das Wasser aus der Röhre abgelassen werden. Diese Visirröhre hat den Zweck, daß der Führer der Maschine sehen könne, ob es nöthig sei, Wasser aus dem Munitionswagen in den Kessel zu schaffen. Da indessen die Röhren im Kessel und die übrigen Theile desselben zu sehr leiden, wenn das Wasser darin fehlt, und der Kessel dann sogar bersten kann: so befinden sich, zu noch größerer Vorsicht, an den Seiten des Kessels zwei, und zuweilen drei kleine Hähne, in verschiedener Höhe, die, wenn man sie öffnet, den Wasserstand im Kessel noch zuverlässiger anzeigen.

Digitized by Google

Eben so, wie es nöthig ist, stets die Höhe des Wasserstandes im Kessel zu kennen: eben so nothwendig ist es auch, von der jedesmaligen Spannkraft der Dämpfe im Kessel unterrichtet zu sein. Denn wäre diese Kraft zu schwach, so würde die Maschine nicht die gehörige Wirkung haben. Da indessen dieser Gegenstand bereits in der 1. Abtheilung dieses Theiles, Sp. 251 ꝛc., im Allgemeinen abgehandelt worden ist, so verweisen wir darauf und machen hier nur die folgenden Bemerkungen, welche sich speziell auf die Dampfwagen beziehen.

Wenn man einen Dampfwagen aufmerksam betrachtet, so bemerkt man bald, daß die Spannung des Dampfes im Kessel sehr veränderlich ist, wenn gleich das Ventil unveränderlich bleibt. Bewegt sich die Maschine schnell, mit mäßiger Ladung, und gelangt an einen Abhang der Bahn, so muß sie sogleich, wie gering auch der Abhang sein mag, eine stärkere Zugkraft entwickeln, weil die Wirkung des Gewichts der gesammten Masse auf der schiefen Ebene den Widerstand verstärkt. Die Wirkung des Abhanges wird um so bemerkbarer sein, je geringer die Zugkraft auf den horizontalen Stellen der Bahn war. So erfordert eine Ladung von 2240 Pfund auf horizontaler Bahn nur etwa 8 Pfund Zugkraft; auf einem Abhange von 1 auf 100 dagegen schon fast 4 mal so viel, nämlich zur Ueberwindung der Wirkung auf der schiefen Ebene noch $\frac{2240}{100} = 22{,}4$ Pfund mehr. Die Folge der plötzlich nothwendigen Vermehrung der Zugkraft ist aber, daß der Dampfwagen, so wie er an dem Fuße des Abhanges anlangt, seine Geschwindigkeit beträchtlich vermindern muß. Gesetzt, er habe bis dahin 480 Cylinder voll Dampf in der Minute verbraucht, und müsse nun, wegen des vergrößerten Widerstandes auf der Bahn, seine Geschwindigkeit bis auf den dritten Theil ermäßigen, so wird er fortan nur 160 Cylinder voll Dampf consumiren. Gleich wohl aber erzeugt das durch den Lauf bis dahin heftig erregte Feuer fortwährend noch eben so viel Dampf. Zwar wird dieser Dampf mit größerer Spannung consumirt; aber die Erfahrung lehrt, daß die Erhöhung der Spannung nicht die größere Menge des Dampfes compensirt. Das Ventil muß also anfangen, eine große Menge überflüssigen Dampfes abzuführen, welcher nun, um zu entweichen, das Ventil hebt. Aber das Ventil kann sich nicht heben, ohne die Feder der Wage zu drücken, und folglich ihre Spannung zu verstärken: also kann der Dampf nicht entweichen, ohne Erhöhung seiner eigenen Spannung. In der That hebt die Kraft der Spannung des Dampfes an der Wage sogleich mehrere Pfund auf den Quadratzoll mehr, je nach der Heftigkeit des Feuers und der Construction der Maschine. Es ist also sehr gefehlt, wenn man annimmt, die wirksame Spannung des Dampfes steige nicht über 50 Pfund, weil sich bei dieser Spannung das Ventil hebt.

Die Schieberventile. Ueber diese ist Folgendes zu bemerken. Wir sagten oben, daß das Schieberventil den Dampf abwechselnd nach der einen und nach der andern Seite des Kolbens zuläßt, was die hin- und hergehende Bewegung der Kolben, und weiter das Fortrollen des Wagens hervorbringt. So wie nun der Maschinenmeister den Hahn oder Regulator T, Fig. 4, Taf. XLVII, geöffnet hat, strömt der Dampf durch die Dampfröhre r nach dem

Schieberventil-Gehäuse, Fig. 9, Taf. XLVII und XLVIII. Daselbst drückt er mit seiner ganzen Kraft auf den obern Theil x des Schiebers, und preßt denselben während seiner Bewegung auf die Ebene an, auf welcher er gleitet. Wenn sich der Schieber in der in der Figur vorgestellten Lage befindet, so nimmt der Dampf den Weg 1, drückt auf den Kolben und treibt ihn fort, in der Richtung des Pfeils. Zu gleicher Zeit entweicht der an der andern Seite des Kolbens befindliche Dampf auf dem Wege 2, welcher vermittelst der Oeffnung o nach außen führt. Hierauf wird der Schieber vermittelst der Schieberstange l in eine andere, durch punktirte Linien angezeigte Lage getrieben. Nachdem er in diese Lage gekommen, ist nunmehr dem aus dem Kessel immerfort zuströmenden Dampfe der Weg 2 offen. Der Dampf treibt also jetzt den Kolben in die der vorigen entgegengesetzte Richtung; dagegen ist jetzt dem Dampfe der Weg 1 zum Austritte durch die Oeffnung o verschlossen. So geht es abwechselnd weiter. Der Schieber gelangt immerfort aus der einen seiner Stellungen in die andere, schließt und öffnet abwechselnd die beiden Wege 1 und 2, und der Dampf treibt den Kolben hin und her. Der ausströmende Dampf begibt sich in die Esse, wo er, auf die weiter unten zu beschreibende Weise, den Luftstrom verstärkt, um den Zug des Ofens zu befördern.

Die Bewegung des Schiebers ist so regulirt, daß sie derjenigen des Kolben correspondirt. Aber der Schieber eilt jedesmal ein wenig dem Kolben vor; das heißt, der Zutritt zum Kolben wird dem Dampfe nicht genau in demselben Augenblicke geöffnet, wo der Kolben seine Bewegung zu beginnen hat, sondern ein wenig früher. Dieses ist, was Voreilen des Schiebers heißt und wovon wir weiter unten näher reden werden. Es bekommt dadurch der Dampf in dem Augenblick, wo der Kolben sich in Bewegung setzt, schon seine volle Wirkung auf ihn.

Die excentrischen Scheiben. Die hin- und hergehende Bewegung des Schiebers wird von der Kraft des Dampfes selbst hervorgebracht. Wie dieses geschieht, einzusehen, erfordert einige Aufmerksamkeit.

An der Kurbelare stecken excentrische Scheiben, und so wie dieselben mit und durch die Are herumgedreht werden, treiben sie die Schieberstange hin und her.

Die Anordnung dazu zeigen Fig. 2 und 3, Doppeltafel XLIX und L. o ist der Mittelpunkt der Kurbelare. Ihr Querschnitt ist schräg, von oben links nach unten rechts, schraffirt. m ist der Mittelpunkt der excentrischen Scheibe, deren Querschnitt entgegengesetzt, von oben rechts nach unten links, schraffirt ist. Indem nun die Are sich herumdreht, führt sie die excentrische Scheibe mit sich fort, und macht folglich, daß ihr Mittelpunkt m um o einen Kreis beschreibt. Da bei dieser Bewegung der Punkt m abwechselnd von der einen Seite des Arenmittelpunkts o nach der andern gelangt, so treibt die excentrische Scheibe vermittelst des Ringes n, n, welcher sie umgiebt, offenbar die Stange L hin und her welche nun weiter mit der Schieberstange in Verbindung steht.

Nun ist es offenbar, daß der Punkt C, welcher die Nabe der an der Are steckenden, durch den Kolben in Bewegung gesetzten Kurbel vorstellt, einen halben Umlauf macht, während der Dampf den Kolben von einem Ende des Cylinders bis zum andern treibt. Also macht auch die Are selbst in dieser Zeit einen halben Umlauf, und folglich

Digitized by Google

auch der Punkt m um den Punkt o. Mithin treibt die excentrische Scheibe während eines Hubes des Kolbens die Stange L, folglich auch die Schieberstange l, und mithin den Schieber selbst, aus der einen seiner beiden äußersten Lagen in die andere. Dadurch aber öffnet der Schieber dem Dampfe den Zutritt zu der entgegengesetzten Seite des Kolbens; der Kolben bewegt sich also nun zurück und zwingt die Kurbelaxe, einen fernern halben Umlauf zu machen, der den Schieber in seine erste Lage zurückbringt; mithin wird nunmehr der Kolben wieder nach der ersten Richtung fortgetrieben, und so geht die Bewegung immer weiter von Statten.

Die Wirkung der excentrischen Scheibe auf die Schieberstange wird, wie oben bemerkt, zunächst durch den die Scheiben umgebenden Ring nn vermittelt, der an dem Ende der Pläuelstange L fest ist, und in welchem sich die excentrische Scheibe dreht. Die Berührungsflächen des Ringes und der Scheibe sind polirt, und werden durch Oel schlüpfrig gemacht. So wie bei der Umdrehung der Axe der größere Halbmesser der excentrischen Scheibe von der einen Seite des Axenmittelpunkts nach der andern gelangt, zieht die Scheibe die mit dem Ringe verbundene Stange hin und her, und theilt also der Schieberstange eine hin- und hergehende Bewegung mit.

Die excentrische Scheibe wirkt also hier ganz so, wie eine gewöhnliche Kurbel. Aber sie verwandelt die umdrehende Bewegung der Kurbelaxen in die hin- und hergehende der Schieberstange, während die Kurbeln an der Axe, umgekehrt, die hin- und hergehende Bewegung der Kolben in die umdrehende Bewegung der Axe verwandeln. Die excentrischen Scheiben vertreten die Stelle von Kurbeln, in welche, ohne sie, die Kurbelaxe ferner würde gekrümmt werden müssen.

Da, nach der Anordnung der Maschine, die Schieberstangen mit der Kurbelaxe nicht in einer und derselben Ebene liegen, so können die excentrischen Scheiben ihre Bewegung den Schieberstangen nicht direct mittheilen. Dieses geschieht vielmehr durch die Kreuzstange K mit den beiden Armen KL′ und Kl′. Wenn die excentrische Scheibe sich herunter bewegt, so rückt die Schieberstange l vor, und umgekehrt, wie es die Figur zeigt. Die Vergleichung der Figuren 2 und 3, welche die Maschine um einen Viertelumlauf verschieden vorstellen, wird die Wirkung derselben vollends verdeutlichen.

Bei genauerer Betrachtung der Bewegung des Schiebers, Fig. 3, wird man bemerken, daß, wenn bei dem Uebergange des Schiebers aus der einen Lage in die andere, derselbe gerade in der Mitte sich befindet, der Durchgang der Dämpfe nach den Kolben hin auf einen Augenblick gänzlich verschlossen bleibt. Dieses ist der Augenblick, wo der Weg, den der Dampf nimmt, wechselt; er correspondirt mit demjenigen, in welchem der Kolben seine Richtung ändert. Er muß offenbar mit demjenigen zusammentreffen, in welchem, das geringe Voreilen des Schiebers bei Seite gesetzt, der größere und kleinere Halbmesser der excentrischen Scheibe mit der Kurbel einen rechten Winkel macht. In der That muß sich der Schieber nothwendig dann in der Mitte seines Laufs befinden, wenn der Kolben das Ende seines Laufs erreicht hat. Man sieht die Nothwendigkeit dieses Zusammentreffens deutlich aus

der Figur. Der besondere Vortheil der in einem rechten Winkel gegen die Kurbel gestellten excentrischen Scheibe ist nun, daß sie gerade dann ihre volle Wirkung äußert, wenn die Kurbel in der Richtung der Pläuelstange liegt, oder unwirksam ist, also dann, wenn der Kolben gerade am Ende seines Laufes sich befindet. Denn so ist die excentrische Scheibe im Stande, gerade dann den Schieber auf das schnellste fortzutreiben, wenn es darauf ankommt, dem Dampfe den einen Weg zu verschließen und den andern zu öffnen, wie es sein muß, damit keine Zeit für seine Wirkung verloren gehe.

Die Auslösung. Wir haben bis jetzt insbesondere immer nur von einem Schieber gesprochen. Da aber zwei Cylinder vorhanden sind, so muß es auch zwei Schieber geben. Anderntheils ist leicht zu sehen, daß, da die Kolben abwechselnd auf die beiden, einen rechten Winkel mit einander einschließenden Kurbeln wirken, die Radien der beiden excentrischen Scheiben ebenfalls in einem rechten Winkel gegen einander stehen müssen.

Die Scheiben müssen durch die Axe herumgedreht werden. Sollte der Wagen blos in einerlei Richtung, nämlich nur vorwärts bewegt werden, so könnten die Scheiben auf der Axe unbeweglich fest sein. Soll dagegen der Wagen zugleich noch rückwärts gehen können, so müssen sich die Scheiben eine verschiedene Lage auf der Axe geben lassen.

Das Scheibenstück muß also auf der Axe beweglich sein, gleich einer Rolle in einem Kloben; aber zugleich muß es nach Belieben befestigt werden können. Zu diesem Ende haben die Scheiben an den Seiten zwei Löcher oder Augen; die Axe aber hat zwei Dübel oder Knöpfe, welche Treiber heißen. Die excentrischen Scheiben stecken auf der Axe zwischen den beiden Treibern, und es ist nun leicht, sie vermittelst eines Hebels auf der Axe hin- und her zu schieben, bis der eine oder der andere der beiden Treiber in das eine oder das andere Auge eingreift, worauf dann, von diesem Augenblicke an, die Scheibe von der Bewegung der Axe mit fortgezogen wird. Sind nun die Treiber so angeordnet, daß der eine der Bewegung des Wagens vorwärts, der andere der Bewegung rückwärts entspricht: so läßt sich, bloß durch Verschiebung des Scheibenstücks auf der Axe, die vorwärtsgehende Bewegung in die rückgängige verwandeln, und umgekehrt.

Die Bestimmung der Lage der excentrischen Scheiben für die beiden Arten der Bewegung hat keine Schwierigkeit. Gesetzt, es befinde sich, indem sich der Dampfwagen auf den Schienen vorwärts bewegt, einer der beiden Kolben gerade in der Mitte des Cylinders, während in demselben Augenblicke die Kurbel, auf welche die Stange des Kolbens wirkt, gerade senkrecht und über der Axe steht, also in der Lage Fig. 4, Taf. XLVII, so ist klar, daß, wenn nun der Wagen vorwärts gehen soll, der Dampf den Kolben vorwärts treiben muß, weil so der Kolben die Kurbel und die Räder des Wagens in seiner eigenen Richtung fortzieht. Also muß sich in dem angenommenen Falle dem Dampfe der Weg 1 geöffnet haben, und folglich der Schieber vorwärts gezogen worden sein. Es muß daher, wie aus Fig. 2, Taf. XLIX, zu ersehen, der größere Halbmesser der excentrischen Scheibe horizontal und hinter der Axe liegen. Und so muß folglich der Treiber die Scheibe, für die Bewegung vorwärts, ergreifen.

Digitized by Google

Soll dagegen, von dem angenommenen Augenblicke an, der Dampfwagen rückwärts gehen, so muß der Dampf zu der entgegengesetzten Seite des Kolbens Zutritt bekommen. Es muß ihm also der Weg 2 geöffnet, d. h. der Schieber muß rückwärts getrieben werden. Folglich muß denn der größere Halbmesser der excentrischen Scheibe zwar wieder horizontal, aber vor der Axe liegen, und in dieser Lage von dem Treiber ergriffen werden. Wenn die Kurbel rechts, senkrecht über der Axe steht, so befindet sich der Treiber und das Auge, in welches er eingreift, hinter der Axe. Der größere Halbmesser der excentrischen Scheibe liegt horizontal und vor der Axe, was, wie wir sahen, der rückgängigen Bewegung des Wagens entspricht. Der Treiber befindet sich also in der dieser Bewegung entsprechenden Lage, und ergreift, derselben gemäß, die excentrische Scheibe.

Nehmen wir nun im Gegentheil an, die excentrische Scheibe werde nach dem andern Treiber hin getrieben, so wird, weil das correspondirende Auge nicht vor dem Treiber liegt, und sich nun die Scheibe nicht weiter dreht, die Axe einen halben Umgang machen müssen, ehe der Treiber in das Auge eingreifen kann. Die Kurbel rechts wird also bis unter die Axe gelangen, während die excentrische Scheibe noch vor der Axe sich befindet, und dieses ist die, der vorhergehenden Bewegung entsprechende Lage; denn für die Bewegung vorwärts muß, wie sich oben zeigte, die Kurbel über der Axe und die excentrische Scheibe hinter derselben stehen.

Es folgt also nun, daß die beiden Treiber, da sie auf einander senkrecht stehen, nebst den Kurbeln, sich in den gehörigen Lagen befinden, um den Wagen in der einen vorwärts, in der andern rückwärts zu treiben.

Da die beiden Treiber auf der Axe an entgegengesetzten Seiten der excentrischen Scheiben befestigt sind, so ist klar, daß, wenn man das Scheibenstück vermittelst eines Hebels nach dem einen oder dem andern Treiber hin stößt, der Dampf unmittelbar den Wagen vor- oder rückwärts bewegen wird, je nachdem dieser oder jener Treiber eingegriffen hat. Der Hebel, vermittelst dessen das Scheibenstück in Bewegung gesetzt wird, ist so eingerichtet, daß er sich im Bereiche des auf seinem Brette stehenden Maschinenführers befindet.

Außer dieser Anordnung, vermöge welcher der Führer der Maschine allein und nach Belieben die Schiebeventile zu handhaben vermag, unabhängig von der Bewegung der Axe, sind auch noch die Schäfte oder Pläuelstangen der excentrischen Scheiben nicht unverrückbar mit den Ventilstangen verbunden.

Sie greifen in dieselben bloß vermittelst der Einschnitte oder Kerbe L′, Fig. 2 und 3, Taf. XLIX und L, ein. Vermittelst eines Hebels kann der Maschinenführer den Schaft der excentrischen Scheiben aus dem Einschnitt herausheben. Dann können sich die Schiebeventile ganz frei und ohne Einwirkung der Axe bewegen. Ueberhaupt also kann man durch die beiden Griffe P, P′, Fig. 2 und 3, Taf. XLVII und XLVIII, die mit den Schieberstangen in Verbindung stehen, den Schiebern die ihnen nöthige Bewegung geben.

Die Wasserpumpen. Unter dem Dampfwagen befinden sich zwei Pumpen p, Fig. 2, Taf. XLVII, welche bestimmt sind, Wasser in den Kessel zu schaffen. Sie liegen unmittelbar unter den Kolbenstangen und werden durch dieselben in Bewegung gesetzt. Jede Pumpe saugt einen Theil des Wassers aus dem Behälter auf dem Munitionswagen in ihren Stiefel ein, und treibt darauf dasselbe aus dem Stiefel in den Kessel, auf die gewöhnliche Weise. Da zwei Pumpen vorhanden sind, so ist man gegen Unterbrechungen des Wasserzuflusses nach dem Kessel gesichert, für den Fall, daß etwa die eine Pumpe schadhaft werden sollte.

Die Ventile dieser Pumpen bestehen, sehr sinnreich, aus kleinen metallenen Kugeln, die auf kreisförmigen Lagern ruhen, in welche sie genau passen. Sie wirken dadurch, daß sie in dem Cylinder gleiten, dessen Wände Löcher zum Durchgange des Wassers haben; Fig. 10 u. 11, Taf. XLVII, stellt ein solches Ventil vor. Das Wasser tritt durch a aus dem Innern des Cylinders unter die Kugel; es hebt dieselbe und tritt darauf in den Körper der Pumpe durch die Oeffnung b, b. Diese Art Ventile versagen nie. Die Pumpen waren vor Einführung dieser Ventile immer in Unordnung.

Der Dampfregulator. Der Regulator, dessen wir oben gedachten, und vermittelst dessen der Weg für den Dampf aus dem Kessel nach den Cylindern erweitert oder verengt werden kann, besteht einfacherweise aus zwei aufeinander gelegten und genau auf einander passenden Scheiben, Fig. 12 und 13, Taf. XLVII und XLVIII, welche jede eine Oeffnung von gleicher Größe und Gestalt haben. Die untere Scheibe ist unbeweglich und verschließt die Röhre, durch welche der Dampf entweicht. Die obere Scheibe dagegen ist beweglich, und kann vermittelst eines Griffes T, der aus der Maschine hervorreicht, gedreht werden. Der Zapfen r der beweglichen Scheibe geht auch durch die unbewegliche, um die Scheiben auf einander in der richtigen Lage zu halten. In Fig. 12 sind die beiden Scheiben durch gegen einander laufende Schraffirungen unterschieden. Man kann nun die obere Scheibe so drehen, daß ihre Oeffnung genau auf die der untern paßt, wie in Fig. 12, und alsdann ist der Durchgang völlig offen. Dreht man die bewegliche Scheibe weniger herum, etwa nach der punktirten Linie in Fig. 13, so ist der Durchgang nur zum Theil offen; und wenn die Oeffnungen gar nicht auf einander treffen, so ist der Durchgang ganz verschlossen. In dem letzten Falle drückt der Dampf die obere Scheibe auf die untere fest.

Man macht den Regulator auch zuweilen auf andere Weise; z. B. in Form eines doppelwegigen Hahns, wenn der Dampf von oben kommt. Aber die vorhin beschriebene Art ist die üblichste.

Der Feuerrost. Der Rost auf dem Boden des Ofens besteht nicht aus einem Stücke, sondern aus einzelnen Stangen. Dieselben liegen neben einander auf dem Boden des Ofens, und werden dort an ihren Enden getragen. So eingerichtet, können die Stäbe des Rostes bequem einzeln erneuert werden, wenn sie verbrannt sind; desgleichen kann man, wenn irgend ein Schaden am Kessel entstanden wäre, in Folge dessen das Wasser unvermuthet aus demselben wegflösse, und so die Maschine in Gefahr geriethe, leicht vermittelst eines gekrümmten Schüreisens die Roststäbe durcheinander werfen, und so augenblicklich das Feuer auslöschen, indem man es, sammt den Roststäben, hinaus auf die Straße fallen läßt. Auf dieselbe Weise wird alle

Digitized by Google

Abende der Ofen geleert, nachdem die Maschine ihr Tagewerk vollbracht hat.

Uebersicht der verschiedenen Theile der Maschine. Wir wollen die obige Beschreibung dadurch zu vervollständigen suchen, daß wir an den Gesammtansichten der Maschine, Fig. 2 bis 5, Taf. XLVII und XLVIII, nachweisen, welche Stellen die einzeln beschriebenen Theile einnehmen. A ist derjenige Theil des Kessels, welcher den Ofen enthält; BB ist der Standort des Führers der Maschine; C ist der Schornstein; DD sind die Cylinder; E ist das erste Sicherheitsventil, mit Hebel- und Federwage; F ist das zweite, auf gleiche Weise construirte Sicherheitsventil; G ist die Glasröhre; H sind die Probirhähne; I ist das Ende der Stange einer excentrischen Scheibe; J sind die Schienen, welche die Kolbenstangen genau in der horizontalen Richtung halten; K ist das Kreuz, welches die Bewegung der Stange der excentrischen Scheibe auf diejenige der Schiebeventilstange vermittelst der Arme KL′ und Kl′, die darauf befestigt sind (Fig. 2 und 3, und Taf. L), überträgt; L′ ist der Einschnitt, vermittelst dessen die Stange der excentrischen Scheibe mit dem Kreuze, welches die Stange des Schiebeventils führt, in Verbindung gesetzt wird; MM sind Stangen, vermittelst welcher der Führer der Maschine die Stangen der excentrischen Scheiben heben und sie aus der Verbindung mit dem Schiebeventil lösen kann. Dieses geschieht durch die mit einander zu einem Knie verbundenen Arme m und m′. So wie der Maschinist die Stange MM anzieht, steigt der Arm nm in die Höhe und hebt, vermittelst der kleinen Stange m′o′, die Stange der excentrischen Scheibe aus der Verbindung mit dem Arme KL heraus. N ist ein Hebelgriff, vermittelst dessen der Maschinist, zu dem so eben beschriebenen Zwecke, die Stange MM anzieht; P, P sind Griffe, um die Schieber zu bewegen, wenn ihre Verbindung mit den excentrischen Scheiben aufgehoben ist. Diese Griffe wirken auf das Joch Q und bewegen die Enden R, R desselben. Die Bewegung wird, weiter, vermittelst der Stangen S, S auf die Enden r, r des Hebels übertragen, welcher die Schieber in Bewegung setzt. T ist der Griff des Regulators, um den Weg des Dampfes aus dem Kessel nach dem Cylinder zu erweitern, oder zu verengen. V ist der Raum, in welchem der Dampf zurückgehalten wird, bis er durch die Oeffnung des Regulators in die Cylinder zu dringen vermag. U ist das sogenannte Fahr- oder Mannloch, eine mit einem starken eisernen Deckel verschlossene Oeffnung im Kessel, so groß, daß durch dieselbe ein Mensch, wenn es nöthig, in den Kessel hineinsteigen kann. X, X sind die eisernen Kniee, vermittelst welcher der Kessel auf dem Gestell des Wagens befestigt ist. Z, Z sind Druckfedern, welche vermittelst vertikaler Stützen in a, a auf den Büchsen der Radwellen aufruhen. Die Stützen gehen durch Löcher in den Gestellbalken des Wagens. Das eine Ende der Stütze trägt die Druckfeder, das andere steht auf der Büchse des Rades auf. So tragen also die Räder das gesammte Gewicht der Maschine

oben vermittelst der Druckfedern. b, b sind Schienen, welche sich über die Büchsen der Radwellen auf und nieder bewegen können, je nachdem die Druckfedern unter dem Gewichte der Maschine mehr oder weniger nachgeben. In der obern Fläche der Büchse ist ein kleiner Oelbehälter ausgehöhlt. In diesem Behälter befindet sich eine Röhre und ein Heberdocht, der ununterbrochen Oel auf die Axe leitet, nach dem Punkte hin, wo sie sich in der Büchse reibt. c ist eine biegsame Röhre aus hanfenem Zeuge, eine Feder innerhalb umgebend. Durch dieselbe gelangt das Wasser aus dem Munitionswagen nach der Wasserpumpe, sobald der zugehörige Hahn am Munitionswagen geöffnet wird. p ist die Wasserpumpe der Maschine. Sie wird fortwährend vermittelst einer Verbindung mit der Kolbenstange des correspondirenden Cylinders in Bewegung gesetzt, schafft aber nur dann Wasser in den Kessel, wenn der Hahn offen ist, der das Wasser aus dem Munitionswagen zuläßt. Der Hahn ist in der Figur nicht angedeutet. p′ bezeichnet den Griff und die Stange des Probirhahns der Pumpe, welcher anzeigt, ob die Pumpe wirklich Wasser aus dem Munitionswagen zieht oder nicht. Der Hahn öffnet sich nach außen, so daß, wenn er offen ist, und die Pumpe zieht, ein kleiner Wasserstrahl hinaus dringt, der dann anzeigt, daß die Pumpe wirkt. e, e sind die mit Pferdehaaren ausgestopften lederyen Kissen, um den Stoß, den der Dampfwagen geben oder empfangen mag, zu schwächen. f ist ein Hahn, durch welchen das Wasser, welches zuweilen aus dem Kessel nach dem Cylinder gelangt, durch die Kraft des Dampfes ausgetrieben werden kann. g ist eine durch einen Schraubenbolzen verschlossene Oeffnung in dem äußern Gehäuse des Ofens. Wenn der Bolzen ausgeschraubt ist, so kann man mit einer Stange den Raum zwischen den beiden Gehäusen reinigen, und durch eine Druckpumpe kann mit Kraft Wasser in den Raum getrieben werden, um den etwaigen Bodensatz des Wassers auszuspülen. Eine solche Reinigung geschieht gewöhnlich wöchentlich einmal. h, Fig. 3, ist eine bewegliche Tafel oder Thüre vor der Essenabtheilung des Kessels. Wenn diese Thüre geöffnet ist, so sind die Enden der Feuerröhren im Kessel, die Cylinder, die Schiebeventile und die Röhren, welche den Dampf aus dem Kessel nach den Schiebeventilgehäusen und von diesen nach dem Schornstein leiten, sichtbar. Die Thüre wird geöffnet, wenn es nöthig ist, die Schiebeventile zu reguliren.

Maaße der Theile, von welchen die Kraft der Maschine abhängt. Die obige Beschreibung eines Dampfwagens paßt auf die Wagen der Straße zwischen Liverpool und Manchester. Um aber einen vollständigen Begriff von diesen Maschinen zu geben, müssen wir auch noch die Maaße insbesondere derjenigen Theile hersetzen, von welchen, wie sich weiterhin zeigen wird, die Kraft der Maschine abhängt.

Man kann die Dampfwagen der Liverpooler Bahn, der einzigen, von der wir bis jetzt längere Erfahrung besitzen, in 5 Classen theilen.

Digitized by Google

Classen.	Durchmesser der Cylinder.		Kolbenhub.		Durchmesser der Räder.		Gewicht der Wagen.	Spannung der Dämpfe auf 1 □ Zoll.
	Z.	Lin.	Z.	Lin.	F.	Zoll.	Centner.	Pfund.
1	13	7,5	15	6,5	4	4,4	256,5	51,3
2	11	7,8	15	6,5	4	10,3	256,5	51,3
3	10	8,2	15	6,5	4	10,3	158—177	51,3
4	10	8,2	17	6,5	4	10,3	158—177	51,3

In die fünfte Classe kommen die ältesten Dampfwagen, aus der Zeit der Eröffnung der Bahn. Ihre Cylinder haben 9 Zoll, 8,5 Linien im Durchmesser, und darunter. Der Kolbenhub, die Räder und das Gewicht der Maschinen wechseln nach Verhältniß. Dieselben werden aber jetzt fast gar nicht mehr gebraucht, kaum mehr reparirt.

Von den 32 Dampfwagen, welche die Eisenbahn-Unternehmer haben bauen lassen, und von welchen sie noch 30 besitzen, haben 2 Cylinder von 13 Zoll, 7,5 Linien im Durchmesser; 4 haben Cylinder von 10 Zoll, 8,2 Linien im Durchmesser mit 15 Zoll, 4,4 Linien Kolbenhub; 2 haben aber solche Cylinder mit 17 Zoll, 6,5 Linien Kolbenhub. Die 8 übrigen Wagen sind kleiner und gehören in die obenerwähnte 5te Classe. In allen Wagen beträgt die Spannung der Dämpfe im Kessel 51,3 Pfund auf den Quadratzoll.

Von dem Ausdrucke der Kraft eines Dampfwagens. Es ist gebräuchlich, die Kraft eines Dampfwagens durch die obigen Dimensionen zu bezeichnen. Um aber die Kraft und die Wirkung eines Dampfwagens unter den verschiedenen Umständen vollständig zu bestimmen, kommen noch zwei andere Elemente in Betracht: nämlich die Reibung der Maschine und die Verdampfungsfähigkeit, oder die erhitzte Fläche des Kessels. Inzwischen geben auch die obigen Elemente schon eine leidliche Vorstellung von einer Maschine.

Was die Gewohnheit bei feststehenden Dampfmaschinen betrifft, ihre Kraft nach ihrer Wirkung zu ermessen, und diese mit Pferdekraft zu vergleichen, was schon, wie leicht zu sehen, überall unzulänglich ist: so ist dieser Gebrauch auf Dampfwagen völlig unanwendbar, und zwar aus folgenden Gründen.

Erstlich hängt die Kraft eines Dampfwagens nicht von derjenigen des Dampfes allein ab, sondern auch von dem Gewicht des Wagens, weil sich danach der Widerstand auf den Schienen und folglich die Größe der fortzuziehenden Ladung richtet.

Zweitens muß die Maschine sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen. Nun muß sie, außer der Ladung, auch sich selbst fortbewegen, und ihre eigene Reibung überwinden. Diese Reibung geht also, und zwar als eine unveränderliche Größe, zunächst von dem Widerstande ab, und ändert daher, je nach der verschiedenen Geschwindigkeit, den für die Ladung übrig bleibenden Nutzeffect. Hieraus folgt, daß wir, wenn wir die Kraft der Maschine nach ihrer Wirkung beurtheilen wollten, für jede verschiedene Geschwindigkeit eine andere Kraft finden würden.

Drittens, da sich die Dampfwagen drei- bis viermal so geschwind fortbewegen, als Pferde es im Stande sind: so würde die Vergleichung ihrer Kraft mit der der Pferde etwas ganz Imaginaires sein. — Doch würde es hier viel zu weit führen, wenn wir von der Spannung der Dämpfe in den Dampfwagen und der Berechnung ihrer Kraft reden wollten, weshalb wir auf das Werk von Pambour verweisen.

Von verschiedenen Nebentheilen der Dampfwagen und ihren Wirkungen.

Der Nebendinge oder Vorrichtungen, welche einen mehr oder weniger beträchtlichen Einfluß auf die Wirkung von Dampfwagen haben, und welche folglich näher betrachtet werden müssen, giebt es insbesondere drei: den Regulator, das Blaserohr und das Voreilen des Gleitventils; von welchen wir nun der Reihe nach reden wollen.

Wir haben schon bemerkt, daß die Röhre von dem Kessel nach den Cylindern, ganz oder theilweise, vermittelst eines Hahns oder Regulators verschlossen werden kann. Wenn der Regulator ganz offen ist, so strömt der Dampf so frei in die Cylinder, als es der Querschnitt der Röhre, durch welche er gehen muß, gestattet. Dann ist die Geschwindigkeit so groß, als es bei der Dampferzeugungskraft der Maschine möglich ist. Wird vermittelst des Regulators die Durchgangsöffnung für den Dampf ein wenig verkleinert, so mag der Dampf im Anfange geschwinder strömen, und so noch aller erzeugte Dampf entweichen. In diesem Falle wird die Wirkung die nämliche bleiben, wie vorhin. So lange der Durchgangs-Querschnitt nicht zu der Dampferzeugung außer Verhältniß ist, wird die Wirkung der Maschine nicht vermindert werden.

Fährt man indessen mit der Verengung der Durchgangsöffnung fort, so wird sie zuletzt nothwendig so klein werden, daß ein wesentliches Hinderniß für die Zulassung des Dampfes entsteht. Von da an wird also blos ein Theil des im Kessel erzeugten Dampfes in die Cylinder gelangen können, und folglich wird in eben diesem Verhältniß die Wirkung vermindert werden.

Wir nennen die Dampfmasse, welche die Maschine in der Zeit-Einheit in die Cylinder zu liefern vermag, ihre wirksame Dampferzeugungskraft, und wir sehen nun, daß die Stellung des Regulators eine Verminderung dieser Dampferzeugungskraft zur Folge haben kann.

Die Erfahrung bestätigt es, daß von einer Maschine eine und dieselbe Ladung mit verschiedener Geschwindigkeit fortgezogen werden kann, je nach der Verengung und Erweiterung der Oeffnung des Regulators. Darauf beruht die auf der Liverpooler Eisenbahn gewöhnliche Methode, zu verhindern, daß leichte Ladungen mit größeren Geschwindigkeiten fortgetrieben werden, als es die Sorge für die Erhaltung der Maschine, der Fuhrwerke und der Bahn selbst gestatten. Diese Art, die Geschwindigkeit zu reguliren, ist in soweit gut, daß man, wenn auf der Bahn irgend eine geringe Steigung oder sonst irgend ein Hinderniß vorkommt, durch Oeffnen des Regulators und gleichzeitiges

Digitized by Google

Anfachen des Feuers der Maschine wieder ihre volle Kraft zu geben und sie in Stand zu setzen vermag, das Hinderniß ohne Verminderung der Geschwindigkeit zu übersteigen. Es muß also die Größe der Oeffnung des Regulators in Betracht gezogen werden, wenn man sich der Wirkung der Maschine vergewissern will.

Die Dampfröhren. Berücksichtigt man ferner das, was die freie Bewegung des Dampfes betrifft, so zeigt sich, daß von zwei, übrigens ganz ähnlichen Maschinen diejenige im Vortheil sein muß, deren Dampfröhren einen größern Querschnitt haben. Indessen ist es offenbar, daß über eine gewisse Größe dieses Querschnitts hinaus, die für den Durchgang alles Dampfes, den der Kessel zu entwickeln vermag, und der für die größte Geschwindigkeit der Maschine hinreichend ist, nichts mehr durch die weitere Vergrößerung des Durchgangs-Querschnitts gewonnen werden kann. So kommt es denn, daß, wie eben vorhin bemerkt wurde, der Durchgangs-Querschnitt bis zu einer gewissen Gränze ohne einen Verlust an der Wirkung sich verringern läßt; wenn nämlich der Querschnitt ursprünglich größer war, als nothwendig.

Die Erfahrung hat den angemessenen Querschnitt der Dampfröhren bestimmt, und der Erfolg würde ihn, wenn man nicht darauf achtete, bald anzeigen; denn sollte z. B. eine mit ihrer größten Geschwindigkeit sich bewegende Maschine doch noch Dampf durch ihre Sicherheitsventile ausströmen lassen, so würde es ein Zeichen sein, daß der Durchgangs-Querschnitt für die Dampferzeugungskraft des Kessels zu klein sei.

Es giebt also für die Dampfröhren einen der Dampferzeugungskraft der Maschinen und den Maaßen des Kessels angemessenen Querschnitt. Die Dampfröhren, von welchen die Rede ist, sind diejenigen, welche den Dampf von dem Kessel nach den Gleitventilkammern leiten. Der Querschnitt der Röhren, welche ihn weiter in das Innere der Cylinder führen, hat die nämliche Größe, obwohl eine verschiedene Form, z. B. 1 Zoll Breite und 7 Zoll Länge; was den nämlichen Querschnitt giebt, wie eine kreisförmige Röhre von 3 Zoll Durchmesser.

Das Blaserohr. Schon weiter oben haben wir gesagt, daß der Dampf, nachdem er in den Cylindern seine Wirkung gethan hat, in die Esse ausströmt. Dieses Ausströmen geschieht stoßweise, durch eine aufwärts gebogene Röhre mit enger Mündung, welche mitten im Schornstein liegt. Man nennt sie das Blaserohr, V', Fig. 4, Taf. XLVII und XLVIII. Der Dampf, nachdem er die Luftsäule vor sich hergedrängt hat, welche den Eingang in den Schornstein füllt, läßt stoßweise einen leeren Raum hinter sich. Dieser Raum wird unmittelbar von der äußeren Luft wieder angefüllt, welche durch den Ofen eindringt, um den Raum einzunehmen. Nach jedem solchen Stoße, oder gleichsam Athemzuge, wird das Feuer und die Kraft der Hitze angefacht.

Diese Wirkung ist derjenigen zweier Blasebälge ähnlich, welche fortwährend das Feuer anblasen; und das auf die beschriebene Weise künstlich erzeugte Blasen in das Feuer ist für den Gang der Maschine so nothwendig, daß dieselbe, wenn etwa zufällig das Blaserohr zerbrochen, verbrannt oder undicht geworden ist, sogleich unbrauchbar wird;

woraus denn auch folgt, daß der gewöhnliche Zug eines Schornsteins dagegen höchst matt ist.

Man sieht leicht, daß die Heftigkeit des Luftstroms und das Anfachen des Feuers um so stärker sein wird, je enger die Mündung der Röhre ist. Es wird mittelst enger Röhren in der gleichen Zeit mehr Dampf erzeugt werden, und die Kraft der Maschine wird also zunehmen. Das Blaserohr ist daher ein wichtiger, bei einer Maschine zu berücksichtigender Gegenstand; denn so wie der Durchmesser des Rohrs verändert wird, ändert sich auch die Dampferzeugungskraft des Kessels.

Das allgemein angenommene Maaß für den Durchmesser der Mündung des Blaserohrs, welches die Erfahrung gegeben hat, beträgt 2,19 bis 2,43 Zoll. Es ist auf die Weise ermittelt worden, daß man, ohne sonst der Ausströmung des Dampfes ein Hinderniß entgegenzusetzen, die Mündung immerfort und so lange verengte, als eine Zunahme der Wirkung zu verspüren war, und damit innehielt, sobald die Zunahme aufhörte.

Für eine Mündung von 2,43 Zoll im Durchmesser, oder 4,72 Quadratzoll Fläche, für Cylinder von 10,86 Zoll Durchmesser oder 197 Quadratzoll Querschnitt, also in dem Falle, wenn die Mündung des Blaserohrs etwa der 38ste Theil des Cylinder-Querschnitts ist, wird folglich die Geschwindigkeit des in den Schornstein ausströmenden Dampfes, weil nothwendig aller Dampf entweichen muß, etwa 38 mal so groß sein, als die Geschwindigkeit des Dampfes in den Cylindern oder die Geschwindigkeit der Kolben, und folglich etwa 6 ½ mal so groß als die Geschwindigkeit des Wagenzuges, welche etwa 6 mal so groß ist als die der Kolben.

Die Wirkung des Blasens ist daher in dem Verhältnisse größer, wie es die Geschwindigkeit der Bewegung des Wagenzuges selbst ist. Legt z. B. derselbe 12819 Ruthen in der Stunde zurück, so wird die Geschwindigkeit der Ausströmung 83323 Ruthen in der Stunde oder 278 Fuß in der Secunde sein. Und da diese Geschwindigkeit nicht blos durch das Bestreben des Dampfes, in die Luft auszuströmen, erzeugt werden kann; so muß nothwendig für so große Geschwindigkeiten ein Theil der Kraft der Maschine selbst zur Austreibung des Dampfes, d. h. also zur Anfachung des Feuers in der Esse aufgewendet werden. Daraus, daß auf diese Weise auf die Vermehrung der Wirkung wieder ein Theil der Kraft aufgeht, folgt dann, daß es nothwendig eine Gränze geben muß, wo der Verlust dem Gewinne gleich ist, und wo also der Gewinn aufhört. So erklärt sich, daß die Erfahrung für die Verengung der Mündung des Blaserohrs nothwendig eine Gränze hat angeben müssen.

Voreilen des Gleit-Ventils. — Art und Wirkung des Voreilens. Das Dritte, was wir zu untersuchen haben, ist das Voreilen des Gleitventils.

Bei der Beschreibung der verschiedenen Theile eines Dampfwagens haben wir gezeigt, daß das Gleitventil es ist, was dem Dampfe abwechselnd den Zutritt vor und hinter die Kolben öffnet und verschließt. Wenn die Maschine so regulirt wäre, wie es scheint, daß sie es sein sollte, so würde das Gleitventil den Zugang für den Dampf so lange offen erhalten müssen, bis der Kolben den Boden des Cylinders erreicht hat. In diesem Augenblicke würde

Digitized by Google

der Wechsel erfolgen müssen; die vorige Zugangsöffnung würde verschlossen und die entgegengesetzte geöffnet werden müssen. Dann würde das Gleitventil genau der Bewegung des Kolbens folgen. Der Wechsel für beide würde strenge gleichzeitig sein.

Aber so ist es in der Wirklichkeit nicht. Man hat durch Erfahrung gefunden, daß die Maschine eine größere Geschwindigkeit erlangt, wenn das Gleitventil dem Kolben ein wenig voreilt, d. h. wenn es dem Dampfe den Zugang ein wenig eher öffnet, als es strenge genommen sein müßte. Ist die Maschine auf diese Weise regulirt, so ist dem Dampfe der Zugang im Augenblicke, wo der Kolben seinen neuen Lauf beginnt, nicht erst zu öffnen, sondern schon ein wenig geöffnet worden. Dieses vorzeitige Oeffnen heißt das Voreilen des Gleitventils, weil es in dem Verhältniß erfolgt, wie das Ventil dem Kolben voreilt. Kommt z. B. das Gleitventil bei seiner Rückkehr dem Kolben um einen Viertelzoll zuvor, so wird der Dampf, wenn erst der Kolben den Boden des Cylinders berührt, schon einen Viertelzoll Oeffnung bereit finden. Die Wirkung davon, sowohl auf die Geschwindigkeit, als auf die Ladung müssen wir hier näher untersuchen.

Die gewöhnliche Art, die größere Geschwindigkeit derjenigen Maschinen zu erklären, deren Gleitventile ein wenig voreilen, ist die, daß man sagt, der Dampf sei in dem Augenblicke, wo der Kolben seinen Lauf beginnt, schon zu wirken bereit. Aber man sieht leicht, daß, wenn der Dampf eher wirkt, als der Kolbenlauf beginnt, seine Wirkung auch eher wieder aufhören werde, als der Kolbenlauf geendigt hat. Das Resultat würde blos sein, daß, was einerseit hinzukäme, andererseits wieder abginge. Diese Erklärung ist also unbefriedigend.

Wenn der Wechsel der Zugänge für den Dampf, statt genau am Ende eines Kolbenlaufs zu erfolgen, unserer Voraussetzung gemäß, schon in dem Augenblicke vor sich geht, wo der Kolben noch einen Zoll von dem Boden des Cylinders entfernt ist, so strömt schon von diesem Augenblicke an kein Dampf mehr in den Cylinder. In der That ist an der einen Seite der Zugang verschlossen; zwar ist er an der anderen offen, aber der Kolben, welcher nothwendig seinen Lauf vollenden muß, preßt den Dampf in den Zugangsröhren zusammen und er kann aus denselben nicht eher ausströmen, als bis der Kolben seine rückgängige Bewegung antritt. Auf diese Weise wird also, rücksichtlich des bei jedem Kolbenlauf in den Cylinder strömenden Dampfes, die Länge des Laufes wesentlich um einen Zoll vermindert. Um die Geschwindigkeit des Kolbens zu finden, muß man die Masse des im Kessel erzeugten Dampfes mit dem Querschnitte des Cylinders dividiren und es giebt dann der Quotient die Geschwindigkeit, mit welcher der Dampf durch die Cylinder strömen muß; also die Geschwindigkeit des Kolbens. So verhält es sich, wenn der Dampf ohne Unterbrechung ausströmen kann; aber wenn, wie es hier wirklich der Fall ist, der Dampfstrom bei jedem Kolbenlauf eine Unterbrechung erleidet, so ist offenbar für die Ausströmung der nämlichen Dampfmasse eine größere Geschwindigkeit nothwendig. Es ist die Erzeugung des Dampfes im Kessel, was die Geschwindigkeit regulirt und begränzt. Die Geschwindigkeit der Kolben wird im umgekehrten Verhältniß der zu füllenden Länge der Cylinder zunehmen. Wie

wir sehen, ist also das Voreilen des Gleitventils für die Geschwindigkeit vortheilhaft. Dagegen ist ein Verlust an Kraft, und folglich an Ladung damit verbunden.

Es beruht indessen bei diesem Voreilen des Ventils, da noch keine nähere Untersuchungen deshalb angestellt worden sind, alles noch auf bloßer Gewohnheit. Einige Maschinenbauer geben gar kein Voreilen statt; andere einen Sechszehntel- höchstens einen Achtelzoll engl., wieder andere geben bis fünf Achtelzoll, und noch mehr. Unzweifelhaft erleichtert ein mäßiges Voreilen des Ventils den Gang der Maschine; aber zu viel davon würde zuletzt die Wirkung hemmen. Aus den von Hrn. Pambour angestellten Versuchen folgt, daß die Kraft der Maschine durch das Voreilen des Gleitventils in dem nämlichen Verhältniß abnimmt, wie die daraus entstehende Verminderung der nutzbaren Länge des Kolbenlaufes.

Wir reden nun zuvörderst noch von einigen anderen Theilen der Dampfwagen.

Räder, Aren und Büchsen. — Die Maschinen ruhen, wie schon weiter oben bemerkt wurde, die leichtern auf 4, und die schwerern auf 6 Rädern; letztere haben gewöhnlich 2 Treibräder von 5 Fuß, und 4 Unterstützungsräder von 3½ Fuß Durchmesser; letztere haben vier, je zwei durch Lenkerstangen verbundene Treibräder von 4½ Fuß Durchmesser. Die großen Räder sind mit 20, die kleinen mit 12 eingesetzten Speichen versehen. Die Naben der großen Räder haben 18 Zoll, die der kleinen 12 Zoll Durchmesser und bestehen aus Gußeisen. Den Kranz bilden zwei concentrische Ringe, von denen der eine aus Guß-, der andere aus gewalztem Eisen besteht. Die gemeinschaftliche Breite beider beträgt bei den Treibrädern 6, bei den Unterstützungsrädern 4½ Zoll. Der gußeiserne Kranz ist 2½ Zoll stark.

Er ist gewöhnlich nicht massiv, sondern mit einer concentrischen Nuthe versehen, die mit Holz ausgefüttert ist. Räder von so bedeutender Größe würden, in einem Stück gegossen, dem Zerbrechen zu sehr ausgesetzt sein, weshalb bei denselben der innere Reif des Rades, so wie die Nabe, aus abgesonderten Gußtheilen bestehen, welche durch hohle oder massive schmiedeeiserne Speichen mit einander verbunden sind. Der Guß geschieht in Formen, welche die fertigen Speichen schon enthalten, deren vorspringende Enden von der fließenden Eisenmasse umgeben und nach deren Erkaltung festgehalten werden. Eine solche Verbindung würde indessen, wenn alle Speichen in einer Ebene lägen, deren Nabe noch keine vollkommen feste Stellung im Kranz sichern, weshalb dieselben eine schräge Richtung erhalten, in der Art, daß eine von der innern Kante des Kranzes nach der äußern der Nabe gehende Speiche mit einer, die äußere Kante des Kranzes mit der innern der Nabe verbindenden Speiche abwechselt, wodurch eine Verstrebung erzeugt wird, die der ganzen Verbindung des Rades, besonders aber der Stellung der Nabe, eine große Festigkeit verleihet. Das in der erforderlichen Form gewalzte und zusammengeschweißte Band wird im erhitzten Zustand auf den gußeisernen Kranz aufgetrieben, und drückt sich bei seiner Zusammenziehung während der Erkaltung sehr fest auf denselben. Um aber eine Ablösung dieses Bandes gänzlich zu verhindern, wird es durch mehrere Bolzen, deren Köpfe in der Bahnfläche versenkt sind, auf dessen gegossenen Kranz festgenietet,

Digitized by Google

worauf das Rad auf die Drehbank gebracht und vollkommen rund und glatt gedreht wird.

Die Treibräder sowohl als die Unterstützungsräder sind in dieser Art construirt, nur mit dem Unterschied, daß die Bahn der erstern rein walzenförmig ist, während die der letztern mit einem Spurkranz versehen ist, der dem Bandeisen schon beim Auswalzen ertheilt, und beim Abdrehen nur rund und glatt gemacht wird. Das Loch in der Nabe wird noch vor dem Abdrehen des Kranzes genau rechtwinklig auf der Radfläche nachgebohrt, und in dasselbe die ganz scharf passende Are durch starke Hammerschläge eingetrieben. Nabe und Are werden dann durch einen stählernen Bolzen verbunden, der in ein zur Hälfte in die Nabe gebohrtes Loch getrieben wird. Die Aren der Treibräder haben einen Durchmesser von 4 1/2, die der andern von 4 Zoll; sie bestehen aus geschmiedetem Eisen, und diejenigen Theile derselben, welche eine Reibung zu erleiden haben, sind genau rund abgedreht, eingesetzt und glatt polirt.

Die Büchsen bestehen aus einfachen messingenen Pfannen, deren Obertheile mit ihren halbrunden Aushöhlungen auf den Zapfen der Are ruhen. In der Oberfläche jeder Büchse befindet sich eine Vertiefung, die zur Aufnahme des Oeles zum Schmieren dient, welches vermittelst zweier Oeffnungen zum Zapfen der Are gelangen kann; in diesem Steg befindet sich ein rundes Lager, welches zur Aufnahme des Fußes einer Stange dient, welche mit einem oben angebrachten Bügel die zugehörige Druckfeder umfaßt und mit der Büchse verbindet. Zur Vermeidung von Oelverlust und Abhaltung des Staubes ist der Arenzapfen auch von unten durch ein Pfannenstück geschlossen, welches mit seiner halbkreisförmigen Aushöhlung gegen den Untertheil des Zapfens angedrückt, und durch zwei Bolzen mit dem obern Lager verbunden wird. Diese Büchsen können sich zwischen den Leitungen der verbundenen Bodenstücke in vertikaler Richtung frei auf und nieder bewegen, um den Wirkungen der Federn den nöthigen Spielraum zu gestatten.

Vorrichtungen zum Schmieren. Dieselben sind mit allen den Theilen der Maschine in Verbindung gebracht, welche außer der allgemeinen fortgehenden eine besondere Bewegung machen, und zur Verminderung der Reibung geschmiert werden müssen; dahin gehören insbesondere die Zapfen der sämmtlichen Räderaren, der Steuerungswellen und Lenkerstangen, die Leitung für geradlinige Bewegung der Kolben- und Ventilstangen, so wie die excentrischen Scheiben mit Zubehör. Zum regelmäßigen Gang der Maschine, mithin auch zur Vermeidung aller Stöße, ist es durchaus erforderlich, daß alle Zapfen genau von ihren Büchsen umschlossen werden, und dieses scharfe Anschließen macht die Anwendung eines flüssigen Fettes zum Schmieren der reibenden Maschinentheile nöthig, weshalb in der Regel das feinste Knochenöl dazu angewendet wird. Das Oel zum Schmieren der Zapfen an den Räderaren befindet sich in einem verdeckten Behälter über der Pfanne, aus welchem es durch zwei Löcher zum Zapfen selbst gelangen kann. Damit das Oel nicht sogleich wieder unten abtröpfeln kann, ist die Büchse mit einem Untertheil verschlossen, welcher es auffängt und der Are wieder mittheilt. Zum Schmieren der Zapfen an den Lenkerstangen und der Steuerungsaxe, so wie der Leitung für die Stangen der Cylinderkolben, der Schiebeventile und der Druckpumpenkolben sind über denselben kleine messingene Büchsen angebracht, in welchen sich das Oel befindet, deren jede mit einem Deckel versehen ist, welcher durch eine Feder verschlossen wird. Diese reibenden Theile erfordern zwar nur eine geringe, aber unausgesetzte Schmierung, weshalb ihnen das Oel tropfenweis auf folgende Art zugeführt wird.

In der Mitte des kleinen Oelbehälters ist eine enge Röhre durch den Boden geführt, welche sich wenig über der Oberfläche des Oels erhebt, und mit ihrem Untertheil in das zu treffende Schmierloch gesteckt wird. Das Ende eines gewöhnlichen in Oel eingetauchten Lampendochts ist in die obere Oeffnung der gedachten Röhre geführt, und in derselben etwas tiefer, als der Boden des Behälters hinunterhängt. Durch Capillarität zieht sich das Oel im Docht aufwärts, fällt von demselben tropfenweis durch die Röhre nieder ins Schmierloch, und gelangt durch dasselbe zu der reibenden Fläche.

Der Theil der großen Treibaxe, auf welchem sich die Büchse mit den excentrischen Scheiben hin und her schieben läßt, wird nur gelegentlich geschmiert, da ein Wechsel der Richtung nur selten vorkommt, und man durch fortwährendes Schmieren viel Oel verschwenden würde. Zu diesem Ende ist neben dem Kessel eine Oelbüchse angebracht, von welcher eine sehr enge Röhre nach der bezeichneten Stelle der Are führt. Diese Röhre ist mit einem, dem Maschinisten zugänglichen Hahn verschlossen, welchen derselbe auf kurze Zeit öffnet, wenn die Are geschmiert werden soll.

Das Schmieren der Cylinderkolben hält man schon längst für überflüssig, und es würde noch mehr bei einer horizontalen Lage der Cylinder sein, weshalb auch keine Vorrichtungen zu diesem Zwecke angebracht sind. Die Stopfbüchsen der Dampfcylinder und die Druckpumpen werden dagegen in der oben beschriebenen Art geschmiert, indem dieselben durch ihren Rand gebohrt sind, und auf jedem dieser Schmierlöcher eine der eben beschriebenen Oelbüchsen aufgesetzt ist. Der lange Verbindungszapfen der beiden Theile, aus welchen die Handsteuerungsaxe besteht, wird durch mehrere in der Hülse angebrachte Löcher aus freier Hand geschmiert.

Der Munitionswagen ist durch Fig. 1, Taf. L, im Längendurchschnitt dargestellt, woraus die Construction hinlänglich deutlich werden wird.* In ähnlicher Art wie die Maschine, wird das aus einem hölzernen verstrebten Rahmen bestehende Gestell des Wagens durch Druckfedern getragen, welche auf den Büchsen der Radaren ruhen. Die Räder, Aren, Büchsen sind übrigens ebenso construirt, wie dieselben Stücke bei der Maschine. Ueber dem Rahmen erheben sich auf dem äußersten Rand desselben vier Wände, welche mit dem Belag auf ersteren einen Kasten bilden, der zur Aufnahme des Brennmaterials bestimmt ist, und dessen niedriger als der Stand des Maschinenwärters liegender Boden mit diesem durch eine schräge Fläche in Verbindung gebracht ist. Ueber dem Kohlenkasten befindet sich der Wasserbehälter von starkem Eisenblech, welcher drei Seiten des Wagengestelles einnimmt, die vierte, der Maschine zugewendete offen lassend, um zu den Kohlen gelangen zu können. Der hintere Theil des Wasserkastens ist etwas erhöht,

* Aus den Verhandl. des Preußischen Gewerbevereins, 1835, S. 200.

Digitized by Google

und in der Oberfläche mit drei Klappen versehen. Die mittlere verschließt die Oeffnung zur Einnahme des Wassers, während die beiden andern zweien Kasten angehören, in welchen verschiedene Geräthschaften aufbewahrt werden. An den beiden nach Innen gekehrten Längenwänden des Wasserkastens sind zwei kupferne Ausflußröhren a angebracht, deren jede mit einem Hahn b verschlossen werden kann. Die untern Enden dieser beiden Röhren werden mittelst Schraubenmuttern mit den beiden früher erwähnten elastischen Schläuchen verbunden, welche das Wasser zu den Druckpumpen führen.

Die Verbindung des Munitionswagens mit der Maschine geschieht durch eine Zugstange, welche den mittleren Theil einer Druckfeder umfaßt, deren Enden mit beweglichen Bolzen verbunden sind und deren Stellung durch eine Kette fixirt wird. Diese Feder hat den Zweck, die sonst unvermeidlichen Stöße beim Anziehen der Maschine zu verhindern, welche diesen Wagen besonders nachtheilig sein würden.

Die Räder dieses Wagens können gebremßt werden, um die Beschleunigung beim Niedergang auf schiefen Ebenen zu mäßigen, oder ganz aufzuheben. Die Bremsvorrichtung besteht aus zwei Holzklötzen e e, welche auf den entgegengesetzten Seiten der äußersten Enden zweier, auf der Axe f f befestigter, Hebelsarme angebracht sind. Mit derselben Axe, welche von den am Rahmen befestigten Lagern umfaßt und gehalten wird, ist der Hebelsarm h fest verbunden, durch dessen Aufziehen oder Niederlassen die Holzkränze fest gegen die Radkränze gedrückt, oder davon abgelößt werden.

Das Anziehen dieses Hebels geschieht durch die mit dem äußersten Ende desselben verbundene Zugstange i i, deren oberes Ende mit einem Schraubengewinde versehen, und durch das Loch eines am Wasserkasten angebrachten Steges k gesteckt ist. Vermittelst Umdrehung einer mit der Kurbel l verbundenen Schraubenmutter, kann das Anziehen und Lösen dieses Hebels durch den Heitzer bewirkt werden, bei dessen Stand die Kurbel sich befindet.

Alle nicht polirte Eisen- so wie auch die sämmtlichen Holzflächen des Munitionswagens sowohl, als der Maschine, werden zur bessern Erhaltung mit Oelfarbe angestrichen.

Beim Betrieb des Dampfwagens* sind der Munitions- und Dampfwagen immer mit einander verbunden; ein Maschinist und ein Heitzer versehen den Dienst auf demselben. Wegen des beim Stillstand der Maschine sehr geringen Zuges in der niedrigen Esse, währt es lange, bis das Wasser zum Sieden kommt; gewöhnlich vergeht eine Stunde vom Beginne der Heitzung, bis der Dampf die erforderliche Spannung erreicht. Aber selbst dann ist die Dampfproduction noch so gering, daß die Maschine nicht im Stande ist, eine andere Last als ihre eigene fortzubewegen. Um daher das Feuer und dadurch die Dampferzeugung zu verstärken, läßt man gewöhnlich die Maschine einige Zeit ohne Last auf der Bahn hin und hergehen, weil erst durch das Aushauchen des gebrauchten Dampfes ein kräftiger Zug im Schornstein und dadurch eine schnelle Verbrennung der Koaks erzeugt wird. Auf diese Weise

* Aus den Verhandl. des preuß. Gewerbevereins, 1835, S. 206 ꝛc.

steigert sich allmählig die Hitze bis zu der Höhe, welche erforderlich ist, den Dampf in derselben Masse, wie er verbraucht wird, und mit der nöthigen Spannung zu produciren; erst dann werden die Lastwagen mit der Maschine verbunden und der Zug ist zum Abgange bereit.

Nachdem sich der Maschinist durch eine Messung von dem ausreichenden Wasservorrath im Munitionswagen, und durch die Probirhähne von dem richtigen Stand des Wassers im Kessel überzeugt hat, setzt er die Maschine in Bewegung, indem er vermöge eines Fußtrittes auf einen Winkelhebel, oder mittelst eines Griffes auf denselben, die Steuerungsstangen außer Verbindung mit den Steuerungswellen setzt, und diese vermittelst zweier Hebel und der damit verbundenen Zugstange mit den Händen regiert. Der Dampf wird dadurch abwechselnd auf beide Seiten der Kolben geleitet, diese wirken durch die Lenkerstangen auf die Krummzapfen und erzeugen, da diese unter einem rechten Winkel gegen einander geneigt sind, so daß der todte Punkt des einen durch den vortheilhaftesten Angriff des andern überwunden wird, eine Umdrehung der Treibräder. Sobald die Masse hierdurch in fortgehende Bewegung gesetzt, und ein gewisser Beharrungszustand eingetreten ist, wird der Fuß vom Winkelhebel weggezogen, die Steuerungsstangen fallen, vermöge der angebrachten Gewichte, mit ihren verkröpften Enden zwischen den Armen der Steuerungsaxen nieder und umfassen die daselbst angebrachten Bolzen. Hiermit ist die Verbindung der Treibaxe und der Steuerung hergestellt, die Maschine steuert sich nun vermittelst der excentrischen Scheiben auf der Kurbelwelle selbst. Die langsam beginnende Bewegung des Zuges steigert sich in dem Maaße, als die Aushauchungen des gebrauchten Dampfes in die Rauchröhre häufiger werden, der Zug, die Verbrennung und die Dampferzeugung sich mehren. Es erfolgt daher eine fortwährende Beschleunigung der Bewegung, wenn diese nicht durch Ansteigungen der Bahn, starke Krümmungen oder vermehrte Reibungen aufgehoben wird. Wenn daher der Zug einen gewissen Grad der Geschwindigkeit erreicht hat, welchen zu überschreiten nicht für dienlich gehalten wird, so vermindert der Maschinist den Zutritt des Dampfes in die Cylinder, indem er vermittelst Drehung des Regulators oder des Dampfhahnes das Zuleitungsrohr mehr oder weniger verschließt. Dadurch wird der Lauf des Kolbens verzögert, die Aushauchungen in die Esse erfolgen mehr intermittirend, was auf die Verminderung des Zuges und die Dampferzeugung zurückwirkt. — Auch durch das Oeffnen des Schürlochs wird der Zug sehr vermindert, wenn die Dampfproduction stärker wird, als die Verwendung, was durch das häufige Heben der Sicherheitsventile leicht erkannt wird. — Es ist schon weiter oben bemerkt, wie der Maschine durch Verschiebung der excentrischen Scheiben auf der Kurbelwelle eine Fortbewegung in der entgegengesetzten Richtung ertheilt wird, und es bedarf hier nur der Bemerkung, daß, bevor dies geschieht, das Dampfleitungsrohr ganz verschlossen und, wenn es kürzlich nicht geschehen ist, durch Oeffnung des Hahns unter dem Oelreservoir der Theil der Axe geschmiert wird, auf welchen die Büchse mit den excentrischen Scheiben verschoben werden soll. Demnächst wird mittelst Versetzung der Hebelverbindung der Angriffspunkt der letztern verwechselt, und gleichzeitig das Dampfrohr wiedergeöffnet. Der Erfolg äußert

Digitized by Google

sich nicht augenblicklich, da durch den in entgegengesetzter Richtung wirkenden Dampf das Beharrungsvermögen der bewegten Masse ganz aufgehoben werden muß, bevor die Bewegung in der andern Richtung beginnen kann. Unter gewissen Umständen, wo ein längeres Verharren in der ursprünglichen Richtung nachtheilig oder gefährlich werden könnte, wird auf ein Zeichen des Maschinisten vom Heizer die Bremse des Munitionswagens angezogen, wodurch eine bedeutende Reibung erzeugt, und die Geschwindigkeit des Zuges sehr schnell ermäßigt oder ganz aufgehoben wird.

Eine unausgesetzte Aufmerksamkeit muß der Maschinist auf den Stand des Wassers im Kessel richten, weil bei dem geringen Wassergehalt desselben und der starken Verdampfung eine nur kurze Zeit stattfindende Unwirksamkeit der Druckpumpen die Veranlassung geben wird, daß der Kessel verbrennt oder springt. Letzteres kann leicht geschehen, indem bei einer Senkung des Wassers die obern Röhren und die Decke der Heizkammer glühend werden. Bei einer leichten Erschütterung der Maschine springt das Wasser im Kessel auf und berührt die glühenden Metalltheile, wodurch plötzlich eine solche Dampfmasse erzeugt wird, daß die Sicherheitsventile sie nicht abzuführen vermögen. Auf der andern Seite ist der Dampfraum im Kessel schon äußerst beschränkt, und eine Ueberfüllung desselben würde den Vorrath des Dampfes in demselben so vermindern, daß während der Füllung beider Cylinder die Spannung und damit die Treibkraft desselben zum größten Theile verloren geht. Bei Beschreibung der Druckpumpen sind die Mittel angegeben, welche dem Maschinisten zu Gebote stehen, um die Speisung des Kessels zu reguliren, zu welchem Behuf die Handgriffe aller dahin zielenden Vorrichtungen bei dem Stand desselben sich vereinigen.

Behufs Anhaltung der Maschine verfährt der Maschinist wie beim Beginn der Bewegung, indem er die Steuerung von der Bewegung der Maschine unabhängig macht und dieselbe immer langsamer mit den Händen regiert. Das Beharrungsvermögen der bewegten Masse wird dadurch zunächst aufgehoben, und der Maschinist kann nun die Maschine durch gänzliche Absperrung des Dampfes auf jedem beliebigen Punkt zum Stillstand bringen.

Eine Maschine legt gewöhnlich einen Weg von 6—7 preußischen Meilen zurück, bevor sie wieder mit Wasser und Brennmaterial versehen wird. Zur Einnahme derselben sind Stationshäuser angebracht, deren jedes, wenn der Verkehr bedeutend ist, eine kleine Dampfmaschine enthält, die das Wasser aus einem Brunnen in ein hochgelegenes Bassin pumpt, in welchem es durch eingelassenen Dampf aus dem Kessel der Maschine vorgewärmt, und in diesem Zustand durch einen Schlauch dem Munitionswagen zugeführt wird, welcher mit der Maschine inzwischen vor dem Stationshause hält; während welcher Zeit denn auch die Schmierbehälter der Maschine, so wie der Lastwagen frisch gefüllt werden.

Der weiter oben speziell beschriebene Dampfwagen hat eine Einrichtung, so wie sie im Allgemeinen bei den Locomotiven in England und auf dem Festlande gebräuchlich ist, und es findet nur, wie wir schon weiter oben bemerkten, ein Unterschied zwischen größern und kleinern Maschinen

dieser Art statt. Man hat aber auch mehre sehr gelungene Versuche gemacht, wesentlichere Veränderungen und Verbesserungen an den Dampfwagen anzubringen, von denen wir einige der wichtigsten erwähnen wollen und übrigens auf Dingler's Journal und auf das polytechnische Centralblatt verweisen, die eine vollständige Uebersicht derselben geben.

In Amerika ist besonders der Dampfwagen von William Norris wegen seiner vorzüglichen Leistungen bekannt, über die wir hier einige Bemerkungen machen wollen. Eine dieser Locomotiven, „George Washington" genannt, besitzt zwei vierfüßige Treibräder und vier dreißigzöllige Tragräder. Der Durchmesser ihres Cylinders beträgt 10½ Zoll, der Kolbenstoß 17,58 Zoll. Die 78 Röhren im Kessel sind 7 Fuß lang und von zweizölligem äußerem Durchmesser; sie wiegt 14930 Pfund. Wirkendes Gewicht auf die Treibräder 8700 Pfund; das adhärirende Gewicht der Maschine kann nicht vermehrt werden. Die Anordnung der Theile nähert sich der englischen Construction, nur liegen die Cylinder außerhalb der Esse, oberhalb der Tragräder, und ihre Kolbenstangen wirken nicht zwischen den Treibrädern auf eine Kurbelare, sondern außerhalb derselben, excentrisch sich um einen Zapfen an den kreisförmigen, 20 Zoll im Durchmesser haltenden Naben schwingend. Er unterscheidet sich durchaus von dem Dampfwagen der Herren Gillingham und Winans, welcher stehende Heizröhren und Cylinder hat, durch welche Stellung die Construction sehr verändert wird, und auf welche wir zurückkommen.

Die fast unglaublichen Leistungen der Maschine bestätigten sich hauptsächlich bei einem Versuch, der auf der schiefen Fläche nahe am Schuylkill der Columbia-Philadelphia-Eisenbahn angestellt wurde. Diese schiefe Fläche ist 2800 Fuß lang und hat eine senkrechte Höhe von 196 Fuß, also eine Neigung von 1 zu 14. Die Wagen wurden seither durch eine stehende Dampfmaschine mittelst eines Seiles hinauf und hinunter geschafft. Die Umstände beim Beginne des Versuchs trafen sehr ungünstig zusammen. Es war früh Morgens um 6 Uhr, die Schienen noch naß vom Thau, und der Kessel hatte durch irgend einen Zufall ein Leck bekommen. Mißgünstige hatten beim Anfange der schiefen Fläche die Schienen mit Oel beschmiert. Nachdem die Kohlen- und Wasserkarren und 2 Wagen mit 53 Personen, im Gesammtgewichte von 31270 Pfund, der Maschine angehängt worden waren, setzte sie sich in Bewegung. Die geölten Schienen verursachten indeß natürlicherweise ein Glitschen der Räder, und man kam nicht von der Stelle. Als man aber die Schienen mit ein wenig Sand bestreute, griffen die Räder an, und der Dampfwagen erstieg, bis zum Gipfel nach und nach seine Geschwindigkeit vermehrend, die Höhenstrecke von 2800 Fuß in 2 Minuten und 24 Secunden, welches einer Geschwindigkeit von 13 englischen (etwa 3 deutschen) Meilen in der Stunde gleichkommt. Die Maschine arbeitete unter einem Dampfdrucke von beinahe 80 Pfund auf den Quadratzoll. Auf der Höhe der schiefen Fläche angelangt, blies sie durch das Sicherheitsventil überflüssigen Dampf aus, ein Beweis überreichlicher Dampfentwickelung, die jedoch beschränkt werden kann. Der Dampfwagen setzte seinen Weg nach dem 67 englische (14½ deutsche) Meilen vom Gipfel der schiefen

Digitized by Google

Fläche entfernten Ort Lancaster fort, und machte diesen Weg in 3 St. 11 Min., gleich 22 engl. (fast 5 deutschen) Meilen in der Stunde. Diese Bahnstrecke ist der Befahrung sehr ungünstig. Häufige und scharfe Krümmungen bis zu 600 Fuß Radius, folgen sich so regelmäßig, daß man glauben möchte, man habe diese Anordnung der Bahnlinie einer Geradelegung vorgezogen. Steigungen von 1 in 117 finden sich mehre vor. Auf horizontalen und geraden Strecken erreichte die Maschine eine Geschwindigkeit von 47 engl. (10 deutschen) Meilen in der Stunde. Bei einem frühern Versuche lief die Maschine mit 19200 Pfund die schiefe Fläche mit wechselnder verschiedener Geschwindigkeit herab, während sie öfters anhielt, um die Gefahrlosigkeit des Hinabgehens zu erproben. Man ließ sie zu dem Ende auf der geneigten Ebene rück- und vorwärtsgehen, wenn es gewünscht wurde, auch ganz still stehen, indem man den Dampf langsam abließ. Auf diese Weise anhaltend und fortlaufend, auf und nieder, brauchte man 12—15 Minuten, um herunterzukommen. — Eine gleichfalls von Norris gebaute Maschine, der „Washington-County Farmer", leistet Aehnliches. Bis zum November 1837 sind einige 30 dieser Maschinen auf amerikanischen Bahnen in Bewegung gesetzt worden. Das Lob dieser Dampfwagen ertönt voll Enthusiasmus in allen amerikanischen Zeitungen, und wenn man auch nicht geneigt ist, den Berichten dieser merkwürdigen Leistungen unbedingten Glauben zu schenken, so sind die verbürgten Thatsachen doch wichtig genug, um die allgemeine Aufmerksamkeit auf diese Verbesserung zu lenken, die einen unberechenbar großen Einfluß auf die Rentabilität der Eisenbahnen überhaupt äußern muß, und besonders für Bahnen von nicht ganz günstigen Steigungsverhältnissen von großem Werthe sein wird. Norris giebt noch folgende Notizen: „Der George Washington hat seit dem 19. Juli täglich die Columbia-Eisenbahn mit Zügen von 18—25 Wagen befahren. Zuweilen hat er zwei Touren, öfter auch drei gemacht. Die Länge der Bahn ist 82 engl. Meilen. Der längste Wagenzug, den diese Maschine fortgeschafft hat, bestand aus 35 Wagen, von denen 18 voll, 3 halbgeladen und 14 leer waren. Die Gesammtlast betrug 128 Tonnen; der Dampfwagen ging für gewöhnlich 12 engl. Meilen in der Stunde. Die größte Last, welche durch diese Maschine bewegt worden ist, beläuft sich auf 137 Tonnen, in 27 Wagen vertheilt. Der Washington-County-Farmer befindet sich ebenfalls in erfolgreicher Thätigkeit. Die erste Ladung, die er über die Bahn führte, bestand aus 28 Transportwagen, beladen mit 141¾ Tonnen. Die Steigungen der Bahn sind sehr stark, die kleinste erhebt sich 28 Fuß in der Meile, die mittlere 32 Fuß und die größte 47 Fuß. Erwähnte Maschine, mit ihrem Wagenzuge von 141¾ Tonnen, erstieg die steile schiefe Ebene von 47 Fuß in der Meile, welche ¾ Meile lang ist, mit einer Geschwindigkeit von 22 Meilen in der Stunde. (Leipziger Allgem. Zeitung, 1838, Nr. 19).

Ein anderes System ist das schon erwähnte der Amerikaner Gillingham und Winans. Diese Dampfwagen unterscheiden sich wesentlich von den englischen Systemen, namentlich von dem Stephensons, welches wir weiter oben genau beschrieben haben. Der Kessel ist ein in der Mitte des Wagens stehender, die ganze Wagenbreite einnehmender Cylinder mit etwa 300 senkrecht stehenden Heitzröhren;

über demselben, in seiner Mitte, erhebt sich die Esse, und der Wasserspiegel kann innerhalb des Kessels nur in einem Zwischenraume von 6 Zoll schwanken; es sind deshalb unter einander vier Dampf- und Wasserhähne angebracht, welche von dem Heitzer häufig probirt werden müssen, um darnach die Speisung entweder in Thätigkeit zu setzen, oder zu unterbrechen. Der über dem Wasser befindliche Dampfraum ist verhältnißmäßig nicht sehr groß.

Außer dem Nachtheile, daß bei dieser Construction alle Röhren gefährdet sind, sobald der Wasserspiegel zu tief sinkt, findet sich auch noch die Unbequemlichkeit ein, daß bei eintretender Reparatur der Heitzröhren die ganze Esse abgehoben werden muß.

Gerade unter dem Kessel ist der Heitzraum mit kreisförmigem Roste; zwischen dem Heitzraume und dem Munitionswagen ist der Platz für den Heitzer, auf der entgegengesetzten Kesselseite der Platz für den Wagenführer, welcher also so mit dem Wagen fährt, daß er die zu befahrende Bahn ganz frei übersehen kann. Der Dampf geht aus dem Dampfsammelraume innerhalb des Kessels nieder und in zwei Röhren nach dem hinten zu beiden Seiten, außerhalb der Radebenen liegenden Cylinder; die Kolbenstangen sind außen an den Rädern vorübergeführt, da zwischen den Rädern der Platz durch den Heitzraum versperrt wird. Mit dem Ende der Kolbenstangen, welche in Leitungen gehen, sind die Speisepumpenstangen geführt; die Kurbelstangen sind nun aber nicht unmittelbar mit den Radaxen verbunden, sondern gehen nach einer unter den Füßen des Wagenführers am vordern Ende befindlichen Krummzapfenwelle fort, welche mit Rad und Getriebe der vordern Radwelle eine solche Geschwindigkeit mittheilt, daß sich das Rad zweimal dreht, während der Kolben nur einen Auf- und Niedergang vollbringt; das vordere Rad ist mit dem Hinterrade dann wie gewöhnlich bei vierräderigen Wagen gekuppelt.

An der unter den Füßen des Ingenieurs liegenden Welle, sind für jeden Cylinder vier Excentrica angebracht, die so unmittelbar neben einander liegen, daß der von denselben bewegte Rahmen, welcher die Schieberbewegung vermittelt, durch Bewegung eines Handgriffes von einem auf das andere übertragen werden kann, wodurch es möglich wird, die Cylinder entweder mit vollem Dampfe oder mit drei verschiedenen Graden von Expansion zu betreiben. Außerdem befinden sich unmittelbar vor dem Ingenieure die beiden Handgriffe zum Umsetzen der Bewegung.

Die Dampfcylinder haben bei dieser Einrichtung die ungünstigste Stellung, die ihnen nur angewiesen werden kann, und sie vermehren außerdem noch die Hitze des Standpunktes für den Maschinenheitzer. Der Dampf, nachdem er in den Cylindern gewirkt hat, wird nicht wie gewöhnlich in die Raucheſſe geführt, sondern treibt zuerst ein Ventilator-Rad, durch welches ein anderes Windradgebläse in Thätigkeit gesetzt wird, um dem Kessel den gehörigen Luftzug zuzubringen, und nimmt dann durch seine besondere, neben dem Kessel in die Höhe geführte Esse seinen Abzug. Das ganze Gestell der Maschine ist von Gußeisen. (Polytechnisches Centralblatt, 1838, Nr. 38; die dort mitgetheilte kurze Beschreibung der Maschine ist nach einer in Leipzig angelangten und für die dortige Eisenbahn bestimmten, entworfen).

Digitized by Google

Eine andere Art verbesserter Maschinen ist ganz neuerlich von Awthorn in Newcastle in England verfertigt und auf der großen Westeisenbahn, von der wir schon weiter oben bemerkten, daß sie 7 Fuß Spurweite habe, angewendet. Es verspricht dieses Locomotiv nicht nur größere Schnelligkeit, sondern auch größere Sicherheit für die Reisenden. Die Maschinen und der Kessel befinden sich auf zwei verschiedenen Wagen. Der Führer hat den Vortheil völlig freier Aussicht, wodurch er im Stande ist, jedes etwaige Hinderniß zu vermeiden. Ueberdieß kann er von seinem Platz aus die ganze Maschine beherrschen, für alles Fehlende sorgen und auf diese Art die nur zu häufigen Unfälle verhüten. Die Trennung des Kessels von der Maschine hat auch den Vortheil, daß wenn irgend etwas an der letztern oder auf der andern Seite an dem erstern in Unordnung geräth, man einen andern Wagen mit dem schadhaften in Verbindung bringen kann. Die Räder des Maschinenwagens, welche die Bewegung hervorbringen, haben 6 Fuß im Durchmesser und drehen sich bei jedem Kolbenstoß, deren 160 in einer Minute gemacht werden können, dreimal um. — Eine ähnliche Locomotive, bei welcher ebenfalls der Kessel von der Maschine getrennt ist, findet man in Dingler's Journal, Bd. 67 (Jahrg. 1838), S. 8 ꝛc. beschrieben.

Ehe wir die Dampfwagen gänzlich verlassen, wollen wir erst noch einiger Nebenvorrichtungen derselben erwähnen. — Dahin gehören zuvörderst die Funkenabhalter, um Feuersgefahr und sonstige Beschädigungen, welche durch die aus der Esse geworfenen Funken und Kohlenstückchen veranlaßt werden könnten, zu vermeiden. —

William Schultz's in Philadelphia Funkenableiter besteht in einem Drahtnetze, welches, um die Esse des Dampfwagens oben nicht zu spitz zu machen, ein wenig über dem Punkte in der Esse angebracht ist, wo der erhitzte Rauch aus den Zügen in dieselbe tritt. Die Röhre mit dem verbrauchten Dampf ist durch das Netz hindurch geführt und mündet oberhalb desselben, um nicht bei jedesmaliger Ausströmung gegen das Netz zu stoßen. Zur Seite befindet sich über dem Netze in der Esse eine Thüre, durch welche leicht beobachtet werden kann, ob sich das Netz noch in gutem Stande befindet, und durch welche eine Auswechselung desselben bewirkt werden kann.

Grey's Funkenabhalter besteht aus einem, ein klein wenig unter der Mündung der Dampfausblasröhre, quer über die Esse herüber eingelegten Drahtgewebe, und es ist an dieser Stelle der Querschnitt der Esse so erweitert, daß die Oeffnungen des Netzes zusammengenommen wenigstens so viel Flächenraum geben, als der übrige Raum der Esse ist.

Endlich hat man auch die Räder der Dampfwagen vielfach zu verbessern gesucht. Unter den manchen engl. Patenten dieser Art erwähnen wir das von Jones, welches man im polytechnischen Centralblatt, 1837, Nr. 13, beschrieben findet, und das von Hague in London, welches in Dingler's Journal, Bd. 68, S. 19 ꝛc., beschrieben ist.

Endlich ist es nöthig, von der Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft zu reden.* Vergleicht man die Fortschaffung durch Dampfkraft mit der Fortschaffung durch Pferde auf Eisenbahnen, so treten die Vortheile dieser neuen Kraft sehr auffallend hervor. Wenn man diese Vortheile vollkommen begreifen will, so muß man erwägen, wie thierische Kraft als Fortschaffungsmittel gebraucht wird. Wir sahen schon weiter oben, daß derjenige Theil der Kraft eines Pferdes, der für eine Ladung benutzt werden kann, von der Geschwindigkeit der Bewegung eines Pferdes abhängt. Die Geschwindigkeit hat eine gewisse Gränze, wo ein Pferd seine ganze Kraft nöthig hat, seinen eigenen Leib zu bewegen, und wo es folglich nicht im Stande ist, eine Last zu tragen; und auf der andern Seite giebt es eine gewisse Last, die ein Pferd gerade noch tragen kann, ohne aber dabei im Stande zu sein, sich mit irgend einer wirksamen Geschwindigkeit zu bewegen. Zwischen diesen beiden Grenzen liegt ein gewisses Verhältniß der Bewegung, in welchem die nutzbare Wirkung des Thiers am größten ist. Bei stark gebaueten Pferden kann man dieses Verhältniß im Durchschnitt auf zwei englische Meilen in einer Stunde setzen, und bei leichter gebaueten auf drittehalb Meilen in einer Stunde. Ueber die Gränze dieser Geschwindigkeit hinaus vermindert sich die Last, die sie fortzuschaffen im Stande sind, in sehr schnellem Verhältniß, je mehr die Geschwindigkeit zunimmt. Wäre 121 die Last, die ein Pferd bis auf eine gegebene Entfernung in einem Tage fortschaffen könnte, wenn es 4 englische Meilen in einer Stunde zurücklegte, so würde dasselbe Pferde nicht im Stande sein, mehr als eine Last, die 64 betrüge, auf eine gleiche Entfernung fortzuschaffen, wenn es 7 Meilen in einer Stunde machte, und sollte es 10 Meilen zurücklegen, so würde sich die Last, die es tragen könnte, bis auf 25 vermindern. Angenommen nun, daß die nutzbarste Geschwindigkeit, die man von einem Pferde erhalten kann, 2 engl. Meilen auf eine Stunde ist, so kann es, wenn es täglich 10 Stunden in Thätigkeit ist, eine Last von 12 Tonnen auf einer ebenen Eisenbahn bis auf eine Entfernung von 20 Meilen fortschaffen, so daß man die ganze Wirkung eines Tagewerks als 240 Tonnen, eine englische Meile weit fortgeschafft, annehmen kann.

Dieses Geschwindigkeitverhältniß bei der Fortschaffung paßt aber nicht für den Personenverkehr, und ist es daher nothwendig, Pferde als bewegende Kraft zu benutzen, so muß man besondere Wagen für Reisende haben, so daß Güter mit derjenigen Geschwindigkeit fortgeschafft werden können, bei welcher die größtmöglichste Wirkungskraft des Pferdes stattfindet, während Reisende mit derjenigen Geschwindigkeit befördert werden, welche, es koste was es wolle, unumgänglich nöthig ist.

Das Gewicht einer gewöhnlichen Postkutsche ist ungefähr 2 Tonnen, und auf einer leidlich ebenen Heerstraße macht sie 10 engl. Meilen in einer Stunde. Die Zahl der Pferde, die dazu stets bereit gehalten werden müssen, mit Einschluß der auf den verschiedenen Stationen unumgänglich nöthigen Relaispferde, wird nach dem Verhältnisse von einem Pferde auf jede Meile berechnet. Die Leistungen eines auf diese Weise arbeitenden Pferdes lassen sich zu zwei Tonnen, zwei engl. Meilen in einem Tage, oder auf vier Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeschafft, berechnen. Die Zugkraft auf einer ebenen Eisenbahn beträgt wenigstens das Zwanzigfache von der Zugkraft auf einer

* Entlehnt aus Lardner's „Dampfmaschine", 180 ꝛc.

Digitized by Google

guten Kunststraße, woraus folgt, daß unter gleichen Umständen die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn den zwanzigfachen Betrag seiner Leistung auf einer gewöhnlichen Straße ausmacht. Wir können daher die Leistungen eines Pferdes, welches 10 engl. Meilen in einer Stunde auf einer ebenen Eisenbahn macht, einer täglich eine Meile weit fortgeschafften Last von 80 Tonnen gleichstellen. Die besten Dampfwagen auf der Liverpool-Mancheſter Bahn können 150 Tonnen auf ebener Bahnlinie in gleichem Zeitverhältnisse fortschaffen, und wenn man eben so viel Zeit für Aufenthalt rechnet, so würden sie täglich 150 Tonnen 200 Meilen, oder 30,000 Tonnen eine Meile weit fortschaffen. Es folgt daraus, daß ein Dampfwagen dieser Art so viel leistet, als 7500 Pferde, die auf einer guten Heerstraße ziehen, oder 375 Pferde auf einer Eisenbahn. Zu einer solchen Leistung sind für die besten, jetzt auf der Liverpool-Mancheſter Bahn gehenden Dampfwagen, 16 Loth Koaks für die Tonne, auf jede englische Meile erforderlich, mit Einschluß der bei dem Aufenthalte verschwendeten Feuerung. Der tägliche Verbrauch von Feuerungsmitteln würde daher unter solchen Umständen auf 15,000 Pfund Koaks steigen, und zwei Pfund Kohlen würden täglich die Leistung eines Pferdes auf einer guten Heerstraße und 40 Pfund täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer Eisenbahn verrichten.

Bei dieser Vergleichung nehmen wir an, daß der Dampfwagen mit der vortheilhafteſten Geschwindigkeit, die Pferdekraft hingegen mit der am wenigsten vortheilhaften wirke, wenn man blos den gesammten Betrag der auf eine gegebene Entfernung fortgeschafften Last bетrachtet. In dem hier vorausgesetzten Falle aber ist Geschwindigkeit ein unumgänglich nöthiges Element, und Dampf hat daher den großen Vorzug vor Pferdekraft, da seine vortheilhafteſte Geschwindigkeit diejenige ist, die für alle Zwecke der Fortschaffung von Reisenden oder von Gütern paßt. Vergleicht man die Wirkungen des Dampfes mit Pferdekraft bei einer minder schnellen Bewegung, so werden auch hier die Vortheile einer Dampfkraft, doch minder auffallend, hervortreten. Ein Lastwagen mit 8 Pferden ist gewöhnlich 8 Tonnen schwer und legt 2 1/2 engl. Meilen in einer Stunde zurück, so daß jedes Pferd täglich 20 engl. Meilen macht. Starke Pferde können auf diese Weise täglich 8 Stunden reisen, und so macht jedes Pferd täglich 20 Meilen. Man kann daher die Leistung jedes Pferdes 20 Tonnen, eine Meile weit fortgeschafft, gleichstellen, und da seine Leistung auf einer Eisenbahn zwanzigmal so viel beträgt, so kann man sie zu 400 Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeschafft, rechnen. Ein auf diese Weise arbeitendes Pferd leistet daher fünfmal so viel, als ein Pferd, das 10 Meilen in einer Stunde zurücklegt, da dieses nur 4 Tonnen täglich eine Meile weit auf einer guten Heerstraße, oder 80 Tonnen auf einer Eisenbahn fortschafft. Dies giebt nun das Verhältniß der Leistung von Pferden, die Wagen ziehen, zu der Leistung eines Dampfwagens. Sind 2 Pfund Kohlen der Leistung eines Pferdes vor einer Postkutsche und 40 Pfund Kohlen auf einer Eisenbahn, bei einer Geschwindigkeit von 10 Meilen in einer Stunde gleich, so folgt, daß 10 Pfund so viel leisten als ein Pfund auf einer Heerstraße, und 200 Pfund auf einer Eisenbahn, bei einer Geschwindigkeit von 2 1/2 Meilen in einer Stunde.

Da nun ein Dampfwagen das Tagewerk von 7500 Postkutschen-Pferden verrichten kann, so folgt, daß er so viel als 1500 Frachtwagenpferde leistet.

Man darf nicht vergessen, daß diese Ergebnisse in einzelnen Fällen Veränderungen erleiden, und nur Berechnungen im Durchschnitte sind. Verschiedene Dampfmaschinen, wie verschiedene Pferde, sind ungleich in ihren Leistungen, und da die Straßen, auf welchen Pferde ziehen, nicht von gleicher Vollkommenheit sind und verschiedene Unebenheiten haben, so muß die Leistung der Pferdekraft verschieden ausfallen.

Auch bei der praktischen Vergleichung der Ergebnisse einer so mächtigen Kraft, als der auf Eisenbahnen gebrauchte Dampf gewährt, mit der geringen Kraft der Pferde auf Heerstraßen, ist zu erwägen, daß die große Vertheilung der Ladungen und der häufige Aufenthalt unterwegs zu Gunsten der Pferdeleistung sind, insofern es häufiger sich zutragen möchte, daß Dampfwagen, die ungeheure Lasten fortzuschaffen vermögen, bei geringern Ladungen Aufenthalt finden würden, als es bei der Anwendung von Pferden der Fall sein kann, wo kleine Ladungen in kurzen Zwischenräumen aufgehalten werden können. Dies ist in der That eine praktische Schwierigkeit, die bei dem Gebrauche von Dampfwagen auf Eisenbahnen eintritt, und die vielleicht für jetzt die Anwendung derselben bloß auf Strecken beschränken wird, welche Stücke von lebhaftem Verkehr verbinden.

Die auffallendste Wirkung der Dampfkraft auf Eisenbahnen zeigt sich in der außerordentlichen Geschwindigkeit, welche sich dadurch erreichen läßt, und ist um so merkwürdiger, als dieser Vortheil nie vorausgesehen wurde, bis die Erfahrung ihn bewies. Wir haben bereits erwähnt, daß man bei der Anlegung der Bahn zwischen Liverpool und Mancheſter hauptsächlich auf die Fortschaffung schwerer Güter rechnete, und gar nicht erwartete, aus dem Personenverkehr den größten Gewinn zu ziehen. Die Berechnungen für künftige Pläne werden sich nach diesen Erfahrungen wesentlich ändern, und ein lebhafter Personenverkehr wird als eine nothwendige Bedingung für das Gedeihen einer solchen Unternehmung betrachtet werden.

Bringt man diesen Vortheil der Schnelligkeit in Anschlag, so läßt sich Pferdekraft gar nicht mit Dampfkraft auf Eisenbahnen vergleichen. Aus den bereits erwähnten Versuchen geht hervor, daß eine Dampfmaschine 90 Tonnen gegen 20 engl. Meilen weit, in einer Stunde ziehen kann und das Doppelte dieser Last zwischen Liverpool und Mancheſter in ungefähr 3 Stunden. Es würden 270 Pferde nöthig sein, dieselbe Last auf gleiche Entfernung in einem Tage auf Frachtwagen fortzuschaffen.

Es läßt sich zwar dagegen einwenden, daß jener Versuch unter günstigen Umständen angestellt und bei den schwierigen Punkten der Steigung Hülfswagen gebraucht wurden; aber auf einer gewöhnlichen Fracht, bei der Fortschaffung von Waaren, wo größere Schnelligkeit nicht verlangt wird, ist das Verhältniß der Bewegung nicht geringer als 15 Meilen in einer Stunde. Bei Wagenzügen mit Personen ist der Schnelligkeit besonders der Aufenthalt entgegen, der auf der Bahn entsteht, wenn Reisende einsteigen oder absteigen. Es giebt auf der Eisenbahn zwischen

Digitized by Google

Liverpool und Manchester jetzt zwei Arten von Dampfwagen, von welchen einer nur einmal auf halbem Wege einige Minuten lang Halt macht. Diese Wagen legen 30 englische Meilen in anderthalb Stunden und zuweilen in einer Stunde und 10 Minuten zurück. Auf dem ebenen Theile der Bahn ist die gewöhnliche Geschwindigkeit 27 Meilen in einer Stunde, und ich habe zuweilen gesehen, daß gegen 30 Meilen in einer Stunde zurückgelegt wurden. Diese Geschwindigkeiten aber, die durch die gewöhnliche Thätigkeit der Dampfmaschinen bei der Fortschaffung von Reisenden und Gütern erlangt werden, sind weit unter der Leistungskraft der jetzigen Dampfwagen, was die Schnelligkeit der Dampfwagen betrifft. Einige Versuchfahrten, bei welchen die Dampfwagen eine geringere Last hatten, zeigten, daß eine bedeutende Vermehrung der Geschwindigkeit ganz ausführbar sei. Bei einem dieser Versuche zog die Dampfmaschine einen Wagen mit 36 Personen 48 engl. Meilen weit in einer Stunde, und ich glaube, eine Maschine, die bloß ihr eigenes Gewicht fortzuschaffen hätte, würde 15 Meilen in 15 Minuten zurücklegen.

Aber warum hat man Dampfmaschinen, wenn sie hinsichtlich der Geschwindigkeit so viel zu leisten vermögen, nicht auf der Eisenbahn angewendet, wo die Geschwindigkeit jetzt im Durchschnitte nicht über 25 Meilen in einer Stunde beträgt? Die Antwort ist, daß der Weg von 30 Meilen zwischen Liverpool und Manchester in 1 ½ Stunden zurückgelegt wird, und täglich 10 Wagenzüge zwischen beiden Städten gehen, und überdieß täglich 3 mal die Postkutsche. Eine größere Geschwindigkeit würde auf einem so kurzen Wege ganz unnöthig sein. Wenn aber erst längere Bahnlinien vollendet sein werden, müssen sich die Umstände ändern und wird besonders die Fortschaffung von Postkutschen die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Volle Reisewagen, wie sie gewöhnlich auf der Bahn von Liverpool und Manchester gehen, sind gegen 50 Tonnen schwer, bei einer leichten Ladung aber werden leichter und schneller fahrende Dampfwagen gebraucht werden können. Die Fortschaffungskosten würden bei einer solchen Maschine zwar höher steigen, aber die größere Schnelligkeit würde reichlichen Ersatz dafür geben.

Sechstes Capitel.

Von den zum Transport auf Eisenbahnen angewendeten Wagen. *

Eisenbahnwagen müssen eine solche Einrichtung haben, daß sie sich mit gleicher Leichtigkeit vor- oder rückwärts bewegen lassen; der vordere und der hintere Theil der Wagen müssen einander ähnlich sein, und außerdem müssen sie kein bewegliches Vordergestell haben, wie es bei dem gewöhnlichen Fuhrwerk der Fall ist, weil dieser bewegliche Theil zu leicht aus der Bahn springen würde. Daß sie nicht wie gewöhnliche Wagen umgedreht werden können, muß aus der Einrichtung der Bahn deutlich werden. Die Kästen müssen auf zwei parallelen und durch ein ganz unnachgiebiges Gestell verbundenen Aren aufruhen, damit die Räder nicht bei dem geringsten Hinderniß, auf welches sie stoßen, aus der Bahn zu weichen streben. Endlich muß die Bewegung der Räder genau in einer senkrechten Ebene erfolgen, da jede schwankende Bewegung um die Are dazu beitragen würde, den Wagen aus der Bahn zu bringen. Es müssen daher die Räder auf der Are festgemacht sein und letztere muß sich mit ihnen umdrehen, statt daß bei gewöhnlichen Fuhrwerken die Are befestigt ist und die Räder sich um dieselbe drehen. Diese Betrachtungen deuten schon an, daß die Wagen einen besondern Widerstand erfahren müssen, wenn sie sich in krummen Linien bewegen, weil ihre Aren parallel zu einander bleiben und die beiden an derselben Are befestigten Räder immer ganz gleiche Umdrehungsgeschwindigkeiten haben müssen.

Seit dem Beginn des Verkehrs auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn, sind auch bei den Eisenbahn-Lastwagen bedeutende Verbesserungen gemacht worden, so daß der Widerstand der Last beinahe um ⅓ vermindert worden ist. Wir beschreiben hier nur die neuern und bessern Wagen, indem die ältern nur noch beim Steinkohlentransport angewendet werden. Die Verbesserungen bestehen:

1) In Anwendung von Druckfedern, welche den Kasten des Wagens unterstützen, die Last gleichmäßig auf alle Räder vertheilen, alle Stöße auffangen und dieselben für die Aren und Räder sowohl, als für die Bahn unschädlich machen, endlich den Radaren, mit denen sie verbunden sind, eine geringe Abweichung von ihrer parallelen Lage gestatten, wenn der Wagen durch Krümmungen der Eisenbahn läuft, wodurch die Seitenreibung in denselben sehr vermindert wird.

2) In Anbringung der Last auf den verlängerten Aren außerhalb der Räder. Diese Verlängerungen oder Zapfen der Aren sind weit schwächer als diese, und hierin beruht eine große Kraftersparung, da der Reibungswiderstand von dem Verhältniß des Raddurchmessers zu dem des Zapfens abhängig ist, und sich in gleichem Maaße mit dem des letztern vermindert. So lange die Räder aber auf den äußersten Enden der Aren saßen, konnten die in den Büchsen sich drehenden Theile nicht geschwächt werden, ohne die Are dem Zerbrechen zu sehr auszusetzen; dieses wurde erst zulässig, als die Büchsen außerhalb den Rädern angebracht wurden. Noch ein anderer, nicht minder wichtiger Vortheil ist durch diese Anordnung erzielt worden; es ist

* Henz in den Verhandlungen des Preußischen Gewerbevereins, 1835, 208 ff. Egen, das. S. 180 ff. Mein Handbuch über die Anlage von Eisenbahnen, S. 132 ff. v. Deynhausen und v. Dechen in Karstens Archiv, 1. Reihe, XIX, S. 60 ff.

Digitized by Google

die leichte und sichere Art des Schmierens der Axen, was bei der frühern Anordnung, wo die Büchsen unter dem Wagenkasten versteckt lagen, viel Zeit erforderte, bei dem Mangel eines Reservoirs häufig wiederholt werden mußte, und immer einen bedeutenden Oelverlust zur Folge hatte.

3) In Anwendung von gewalzten eisernen Bändern auf den gußeisernen Rädern derjenigen Wagen, welche mit großen Geschwindigkeiten auf der Bahn fahren sollen, wodurch die Gefahr des Zerbrechens fast gänzlich beseitigt und eine genauere Kreisform erzielt wird, da die Bahnen dieser Räder abgedreht werden können.

4) Daß die Enden oder Zapfen der Axen, nachdem sie genau abgedreht worden sind, eingesetzt werden, wodurch die Oberfläche stahlhart, also dem Angriff wenig ausgesetzt ist und eine regelmäßige Bewegung erhält.

Die übrige Einrichtung der Wagen ist, ihrem Zweck entsprechend, sehr verschieden, je nachdem sie zum Transport von Personen, Vieh, Kaufmannsgütern, Kohlen u. s. w. angewendet werden sollen. Die beiden gebräuchlichsten Arten der Transportwagen sind auf der Doppeltafel XLIX u. L, in den Fig. 4 bis 8 dargestellt. Auf ersteren werden die gewöhnlichen Ladungen sowohl in Ballen, Säcken, Kisten und Fässern, als unverpackt transportirt. Der 11 Fuß lange, 8 Fuß breite, 1 ¼ Fuß hohe Kasten, bietet hinlänglichen Raum dar, um die gewöhnliche Ladung von 50 Centnern aufnehmen zu können. Die Seitenwände des Wagenkastens sind beweglich und können abgenommen werden, wenn die Transportgegenstände sich auf der unbegränzten Bodenplatte bequemer verpacken lassen. Bei schlechter Witterung wird die ganze Ladung mit einem wasserdicht gemachten leinenen Ueberwurf bedeckt. Die Ladung und Entladung dieser Wagen geschieht mittelst Krahnen in den Waarenhäusern, oder auf den Niederlagsplätzen, durch besonders dazu angestellte Arbeiter.

Für solche Güter, welche nicht in die Magazine gelangen, sondern gleich nach ihrer Ankunft von den Consumenten mit gewöhnlichem Landfuhrwerk abgeholt werden, sind auf der Liverpool-Manchester Bahn besondere Wagen eingerichtet, welche in Fig. 6 in der Seiten- und Fig. 7 in der Vorderansicht dargestellt sind. Dergleichen Güter (gewöhnlich Steinkohlen) werden in besonderen Kasten von 5 ½ Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 2 ½ Fuß Höhe verladen, und je zwei derselben auf einen Bahnwagen gestellt. Zur Erleichterung des Auf- und Abbringens dieser Kästen ist jeder derselben mit vier kleinen eisernen Rädern versehen, deren Axen sich in Lagern drehen, welche unter den Langbäumen derselben angebolzt sind. Die Räder bewegen sich auf platten, mit einem nach außen vorspringenden Rand versehenen Schienen, die auf quer über das Gestell des Wagens gebolzte Balken genagelt sind. Für jeden Kasten sind zwei solche Schienen angebracht, welche zusammen eine kurze Eisenbahn, von der Gattung der Rinnenschienen, auf dem Transportwagen selbst bilden und gestatten, daß die Last mit großer Leichtigkeit auf den bestimmten Platz gebracht werden kann. — Um das Abgleiten dieser Kasten während der Fahrt zu verhindern, werden dieselben durch zwei, Fig. 7 dargestellte, Ueberwürfe festgehalten.

Wenn der Transportwagen mit beiden Kasten am Ort ihrer Bestimmung angekommen ist, wird jeder derselben

auf eine zweirädrige Karre gebracht, um auf gewöhnlichen Straßen zum Ort der Verwendung weiter befördert zu werden. Damit die Kasten schnell und leicht von dem Bahnenwagen auf die Karren Fig. 8 gebracht werden können, haben letztere eine besondere Einrichtung erhalten. Die Langbäume derselben sind ebenfalls mit eisernen Schienen versehen, welche in derselben Entfernung und in gleicher Höhe mit denen auf dem Transportwagen angebracht sind. Die hintern Enden der Karrenbäume werden mit dem Querbalken des Bahnenwagens in Verbindung gebracht, so daß das Stück Schienenweg auf demselben mit dem auf der Karre zusammentrifft, und beide zusammen eine geradlinige Bahn bilden. Die Ueberwürfe, welche den Kasten auf dem Bahnenwagen festhielten, werden nun gelöst, und der Kasten von demselben auf die Karre gerollt. Um das Aufkippen der letztern zu verhindern, wenn die Last auf das äußerste Ende der Langbäume gelangt, wird dieselbe durch den Bahnenwagen unterstützt, an welchem zu diesem Ende die eisernen Ruthenstücke a a angebolzt sind, in welchen zwei an den Langbäumen der Karre befestigte Zapfen b b eingreifen. Sobald der Kasten auf der Karre so weit fortgerollt ist, daß ein Gleichgewicht stattfindet, wird er auf derselben in gleicher Art, als auf dem Bahnenwagen, festgestellt und kann nun fortgefahren werden.

Ueber die zum Personentransport angewendeten Wagen läßt sich nur wenig sagen. Die Gestelle haben im Allgemeinen die Einrichtung der von den guten Lastwagen und die Kasten sind wie gewöhnliche Personenwagen, aber sehr verschiedenartig eingerichtet; die technischen Journale zeigen fortwährend Verbesserungen und Veränderungen, die daran gemacht werden.

Der Unterbau der verschiedenen Bahnenwagen ist im Allgemeinen derselbe, und es kann die folgende Beschreibung füglich für alle gelten. Die einzelnen Theile, welche hier in Betracht kommen, sind die Räder, Axen, Büchsen, Bremsen und Kuppelungen, wobei es zur Deutlichkeit dienlich sein wird, dieselben einzeln durchzunehmen.

1) Die Räder bestehen aus sehr gutem Gußeisen und haben gewöhnlich einen Durchmesser von 3 bis 4 Fuß, werden neuerlich aber auch weit höher gemacht. Die Felge ist 4 Zoll breit, und der Spurkranz springt 1 Zoll bis 13 Linien über derselben hervor. Bei den, wie es gewöhnlich der Fall ist, mit Reifen von gewalztem Eisen gebundenen Rädern, wie die Fig. 9 und 10 im größern Maaßstab darstellen, ist der gußeiserne Kranz a nur 4 ½ bis 5 Linien, das Band b dagegen an der schwächsten Stelle 14 Linien stark. Die Befestigung desselben geschieht auf die, schon im vorigen Capitel, bei der Beschreibung des Dampfwagens angegebene Weise.

Diejenigen Wagenräder, welche nicht auf diese Weise gebunden und für die langsamern Fahrten bestimmt sind, werden in der Felgenbahn hart gegossen, zu welchem Ende in die Form ein gußeiserner, ausgedrehter Ring gelegt wird, gegen welchen sich die Peripherie des Rades abschreckt. * Zur Vermeidung der durch ungleichförmige Erkaltung nach dem Guß entstehenden Spannung in den Rad-

* Man findet das Verfahren bei dem Gießen der Räder in Schalen beschrieben in Karsten's Archiv, 1. Reihe, S. 63 u.

Digitized by Google

speichen, welche dieselben sehr dem Zerbrechen aussetzt, wird die Nabe nicht zusammenhängend, sondern in drei abgesonderten Theilen, zwischen welchen sich ein offener Raum von $^2/_3$ Zoll Breite befindet, gegossen, so daß die Speichen dadurch den nöthigen Spielraum zu ihrer Zusammenziehung erhalten. Die Naben der Räder, welche gebunden werden, bestehen dagegen aus einem Stück, weil bei ihnen der Kranz nicht hart gegossen und auch so dünn gemacht wird, daß er bei der Contraction der Speichen genugsam nachgiebt. Jede Nabe erhält zwei schmiedeeiserne Bänder, welche im glühenden Zustand auf die besonders dazu angebrachten Absätze getrieben werden, und durch ihre Zusammenziehung bei der Erkaltung dieselbe sehr fest umschließen, so daß bei Aufkeilung der Räder auf die Aren die Gefahr des Springens der Naben sehr vermindert wird.

Die Speichen werden in sehr verschiedenen Querschnitten geformt; die Figuren 11, 12 u. 13, Taf. XLIX und L zeigen drei der gebräuchlichsten Arten, aus welchen ersichtlich ist, daß die Formen so gewählt sind, um mit dem wenigsten Material die größt-möglichste Stärke zu erreichen.

Häufig wird jetzt eine Art Räder angewendet, welche gar keine Speichen haben, deren Stelle durch eine den ganzen Raum zwischen der Nabe und dem Kranz ausfüllende dünne, durch vorspringende Rippen in der Richtung des Halbmessers verstärkte Platte vertreten wird, die mit dem Körper des Rades in einem Stück gegossen ist.

2) Die Aren werden entweder aus mehreren Stangen von Schmiedeeisen zusammengeschweißt und dann ausgeschmiedet, oder was jetzt gebräuchlicher und viel wohlfeiler ist, aber auch weniger Dauer gewährt, auf Walzwerken in der vorgeschriebenen Stärke und Form ausgewalzt. Nachdem die Aren auf das vorgeschriebene Maaß abgeschnitten sind, werden beide Enden in der Form abgedreht, welche Fig. 10 im Längendurchschnitt zeigt; der Theil der Are, welcher in die Oeffnung der Nabe eingebracht wird, erhält dabei einen Durchmesser von 2 Zoll 10 Linien, der vorspringende Zapfen, welcher sich in der Büchse dreht, von 1 Zoll 9 $^1/_4$ bis 10 Linien, und der Knopf am äußersten Ende von 2 Zoll und 3 Linien. Die vorspringenden und abgedrehten Zapfen der Aren werden hiernächst eingesetzt, was in gewöhnlicher Art durch eine Glühung in Leder, Kuhhaaren ꝛc. und Salz in einer verschlossenen Büchse, und darauf folgender Ablöschung in Wasser, geschieht. Dadurch erhält die Oberfläche einen zwar dünnen, aber glasharten Ueberzug, welcher dem Angriff der Reibung lange widersteht, wenn die Zapfen immer gehörig in Schmiere gehalten werden.

Die Räder werden immer fest mit den Aren verbunden, weshalb zunächst die Löcher der Naben in einer solchen Weite nachgebohrt werden, daß der abgedrehte Theil der Are, welcher darin befestigt werden soll, nur mit Gewalt eingetrieben werden kann. Die endliche Verbindung geschieht dann mittelst Eintreibung eines runden, sehr wenig verjüngten, Bolzens in ein passendes Loch, welches zwischen Are und Nabe eingebohrt ist, so daß der Schlüssel halb in der Höhlung der Nabe, halb in der Are sich befindet. Bei den Rädern mit hart gegossener Bahn, deren Naben aus drei Stücken bestehen, werden vor Eintreibung der Are die Zwischenräume derselben mit drei genau passenden Eisenstücken und Kitt ausgefüllt.

Diese Befestigungsart bietet bedeutende Vortheile vor der früher üblichen dar, bei welcher die Enden der Aren viereckig bearbeitet, in eben solche Löcher der Naben eingetrieben und durch einen quer durchgeschlagenen Bolzen gehalten wurden. Einmal ist ein viel genaueres und leichteres Einpassen möglich, wenn Aren und Löcher ab- und ausgedreht sind; das genaue Rundlaufen der Räder aber ist beinahe nur in dieser Art zu erreichen, und viel leichter kann ein altes zerbrochenes Rad von der Are und ein neues auf dieselbe gebracht werden.

3) Büchsen oder Arenlager bestehen aus einem Ober- und einem Untertheile von Gußeisen, welche zusammengesetzt Fig. 14 in der Seitenansicht, und Fig. 15 in der Vorderansicht gezeigt sind. Der obere Theil enthält eine halbrund ausgedrehte messingene Büchse, Fig. 20, welche auf dem Zapfen der Are ruht, in welcher sich derselbe dreht. Diese Büchse paßt mit ihrer kantig geformten Oberfläche in eine entsprechende Vertiefung des obern Lagers, wodurch sie verhindert wird, sich mit der Are umzudrehen, und damit sie sich auch nicht seitwärts herausschieben kann, sind die beiden Vorsprünge C C, Fig. 20 angegossen, welche ebenfalls in passende Vertiefungen eingreifen. Fig. 21 zeigt die Unteransicht eines Lagers ohne die Büchse, und Figur 19 die mit der Büchse. Die obere Ansicht Figur 17 dieses Lagers zeigt in der Mitte eine viereckige Vertiefung zur Aufnahme der Schmiere, welche durch das im Boden befindliche, durch die messingene Büchse fortgesetzte, runde Schmierloch der Are mitgetheilt wird. Auf beiden Seiten dieser Schmierbüchse sind zwei schmale Einschnitte angebracht, in welche die Untertheile der die Feder umgebenden und haltenden Bügel eingreifen. Durch die aufliegenden Federn wird der Schmierbehälter, wie Fig. 14 zeigt, nicht ganz bedeckt; der weiter vorspringende Theil wird durch eine schräge Klappe verschlossen, die sich öffnen läßt, wenn neuer Vorrath von Schmiere in den Behälter eingebracht werden soll. Zur Vermeidung des Verlustes an Schmiere, welche von der untern Fläche des Arenzapfens abtröpfeln würde, ist die untere Büchse angebracht, welche Fig. 16 in der Unter-, und Fig. 17 in der Oberansicht zeigt. Die Are wird von der Höhlung dieser untern Büchsenhälfte nicht erreicht, so daß auch keine Reibung zwischen beiden stattfindet. Letztere nimmt nur das abträufelnde Fett auf, welches, sobald es sich ansammelt, der Are wieder mitgetheilt wird. Zur Abhaltung des Staubes und Schmutzes von den reibenden Theilen der Are, ist die Büchse hinten und vorn geschlossen, vorn durch das Uebergreifen der Stirnfläche des obern Lagers Fig. 14 und 15, hinten durch zwei verbundene halbkreisförmige Büchsen, welche sich mit ihren Vorderflächen an das Ober- und Unterlager anschließen und hinten über den vorspringenden Theil der Nabe greifen. Diese Büchsen haben zugleich den Zweck, die Schmiere, welche dem Rad zugekehrt von der Are abtröpfelt, aufzufangen und derselben wieder durch einen Schmierring (eine kreisförmige blecherne Scheibe, welche auf die Are geschoben wird, und sich mit dieser in der Büchse dreht) mitzutheilen.

4) Die Druckfedern, von denen jede aus neun auf einander gelegten, in der Mitte durch einen Bolzen

Digitized by Google

verbundenen Stahlblättern von $3^2/_3$ Linien Stärke und $2^3/_4$ Zoll Breite besteht, sind 3 Fuß lang, 4 Zoll aufwärts gebogen, und werden durch zwei Bügel umfaßt, vermittelst welcher sie fest mit dem Obertheil des Zapfenlagers vereinigt werden.

Jeder der erwähnten beiden Bügel endigt, wie Fig. 22 zeigt, unter einem Bolzen, der durch die Höhlung des Lagers gesteckt, unter demselben, mittelst einer Schraubenmutter fest angezogen werden kann. Dieselben Bolzen dienen auch zur Verbindung der untern Büchse mit der obern, indem die Verlängerungen derselben (von kleinerm Durchmesser) durch die zutreffenden Löcher der untern Büchse gesteckt und diese durch vorgeschraubte Muttern in ihrer Lage erhalten wird. Die aufgebogenen Enden der Federn tragen den Rahmen, auf welchem der Wagenkasten erbaut ist; wobei die berührten Holzflächen durch untergelegte Eisenplatten gegen den Angriff der Federn gesichert werden. Die Platten sind auf beiden Seiten der Langbäume, die die Fig. 4 und 5 zeigen, niedergebogen, so daß die Federn von den dadurch gebildeten Scheiden eingeschlossen und in beständig paralleler Lage mit der Längenaxe des Wagens gehalten werden. Die Verbindung der Büchsen und Axen mit dem Körper des Wagens wird aber erst durch die Fig. 4—7 mit 6 bezeichneten 23 Büchsenträger bewerkstelligt. Dies sind Platten von $^1/_2$ Zoll starkem Eisen, welche mit ihrem $1^1/_4$ Fuß breiten Obertheil durch vier Schraubenbolzen an der äußern Seite der Langbäume befestigt werden. Der untere Theil dieser Platten ist mit einem $2^1/_2$ Zoll breiten, unten offenen vertikalen Ausschnitt versehen, in welchem die Büchse sich mit ihrer Leitung d, d, Fig. 14 und 21 auf und nieder bewegen kann, wenn die Federn beim Fortrollen des Wagens in Schwingung gerathen. Die untern freistehenden Blätter des Büchsenhalters werden, zur Vermeidung von Biegungen, durch einen beweglichen Quersteg mit einander verbunden, so daß die Axenlager niemals die Leitung desselben verlieren können.

5) Zur Aufhaltung eines Wagenzuges auf einem gewissen Punkt, oder zur Aufhebung der Beschleunigung beim Niedergang desselben, auf so stark geneigten Bahnenstrecken, wo die Wagen durch ihr eigenes Gewicht abwärts gehen, bedient man sich der Bremsen. Die Einrichtung derselben ist im Allgemeinen dieselbe, und besteht darin, daß mittelst einer Hebelverbindung weiche Holzstücke fest gegen die Bahn der Wagenräder gedrückt werden, wodurch eine Reibung veranlaßt wird, welche die Umdrehung dieser Räder zum Theil verhindert. Hieraus entsteht ein Gleiten derselben auf den Schienen der Bahn, mithin eine starke Reibung, welche auf eine Verzögerung in der Bewegung des Zuges wirkt. Werden z. B. an einem mit der Ladung 60 Centner schweren vierrädrigen Lastwagen zwei Räder der Art gebremst, daß sie nur noch die halbe Drehung der ungebremsten machen, so ist die Reibung $\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{60}{2}\right)\frac{1}{6}$ Centner, oder der dadurch hervorgebrachte Widerstand ist = 275 Pfund. Eine Bremse, die sehr kräftig wirkt, wie sie gewöhnlich bei den Passagierwagen angebracht wird, haben wir im vorigen Capitel bei dem Munitionswagen beschrieben. Diese Art Bremsen wirken gleichzeitig auf die Vorder- und Hinterräder und werden durch Schrauben gestellt.

Bei den Güterwagen, welche nicht mit der Schnelligkeit der Personentransporte fahren, werden nur einfache Bremsen angewendet, wie Fig. 4 eine derselben zeigt. Der an einem Winkelhebel gebolzte Holzklotz drückt nur gegen die Felge eines Rades, wenn der lange Hebelarm durch den Führer niedergedrückt und durch einen Vorsteckbolzen in dieser Lage erhalten wird. Wenn die Bremse nicht weiter wirken soll, wird der Vorsteckbolzen ausgezogen, der lange Hebelarm so hoch gehoben, bis das Rad nicht mehr vom Holz berührt wird, und mittelst des Vorsteckbolzens an einem höhern Punkt der durchlöcherten Scheide e e, Fig. 4, festgehalten.

6) Verkuppelungen. Die Verbindung der einzelnen Wagen, welche einen Zug bilden, mit einander, geschieht in der Regel durch kurze, in einen Haken endigende Ketten, von welchen jede an dem hintern Ende der Zugstange befestigt ist. Der Haken am Ende der Kette wird, wenn zwei Wagen zusammen gekuppelt werden sollen, in ein am hintern Ende der Zugstange des folgenden Wagens befindliches Loch eingeschlagen, so daß jeder Wagen durch die vorhergehenden gezogen wird, und ein aus Verbindungsstangen und Ketten bestehender eiserner Zugstrang ununterbrochen durch die ganze Wagenreihe läuft. Beim Stillstehen der Maschine setzen die hintern Wagen ihre Bewegung noch fort, und stoßen desto stärker auf die andern, je mehr Geschwindigkeit der Zug vorher hatte. Der dadurch entstehende Stoß könnte nun sehr nachtheilig auf den ganzen Verband des Wagens wirken, wenn er nicht aufgefangen und unschädlich gemacht würde. Dieses Auffangen geschieht durch die über das Wagengestell hinaus verlängerten Langbäume, welche bei allen Wagen desselben Zuges genau in einerlei Höhe und Entfernung liegen, so daß die Stirnflächen gerade auf einander passen. Die Enden dieser Langbäume sind mit eisernen Bändern umgeben, um das Aufspalten des Holzes zu vermeiden; bei den Personenwagen sind dieselben außerdem noch auf der Stirn polsterartig verlängert, wodurch die Stöße noch wirkungsloser gemacht werden.

Ein für den Verband nicht minder nachtheiliger Ruck entsteht beim Anlassen der Maschine, indem die schlaff herunterhängenden Verbindungsketten plötzlich angezogen werden. Die dadurch den Wagen mitgetheilte Erschütterung hat man damit unschädlich zu machen gewußt, daß der Angriffspunkt der Verkuppelungskette mit einer Feder in Verbindung gebracht wird. Bei den Personenwagen ist diese Feder gewöhnlich unter der Mitte des Wagens angebracht, und mit derselben sind verschiedene Hebel verbunden, so daß dieselbe nicht nur den Ruck beim Anziehen, sondern auch den Stoß beim Zusammenfahren auffängt, und die den Wagen schädlichen, den Reisenden unangenehmen Erschütterungen ermäßigt.

7) Die Wagen zum Erdtransport. Mit großem Vortheil werden schon beim Bau der Eisenbahnen die Transporte der Erde und Baumaterialien auf fliegenden Eisenbahnen bewerkstelligt. Die zu den Erdtransporten dienenden Wagen werden in sehr verschiedener Art construirt, kommen aber größtentheils darin überein, daß sie niedrige Räder haben, um das Beladen derselben zu erleichtern, und daß der Kasten derselben zum Aufkippen eingerichtet ist, um den Inhalt leicht ausstürzen zu können.

Digitized by Google

Die Fig. 23 zeigt einen solchen Wagen im Längenprofil. Der Kasten besteht aus einem hölzernen Gestell mit Boden und Seitenwänden von starkem Eisenblech. Die vordere schmale Wand ist beweglich und wird während der Beladung und des Transports verschlossen gehalten, und geöffnet, wenn der Wagen entladen werden soll.

Unter dem Rahmen, auf welchem der Kasten gebauet ist, befinden sich zwei Längenbalken, an welche vier Arenlager geschraubt sind; die der Vorderräder sind mit einem Untertheil versehen, so daß die Axe ganz davon umschlossen ist und den Drehpunkt des Wagens bildet, die hintern Lager sind dagegen unten offen, und liegen ganz frei auf der Radaxe, so daß sie sich ohne weitere Vorbereitungen anheben lassen, wenn der Kasten aufgekippt werden soll. Die beiden Axen, welche auf gewöhnliche Art in den Naben der Räder festsitzen, sind durch zwei Zugbäume mit einander verbunden, die an den Enden mit Ueberwürfen versehen sind, welche die Axen umfassen, und in welchen sie sich drehen. — Zum Kohlentransport werden häufig ähnliche, jedoch auf den Axen festliegende Kasten angewendet (Karsten's Archiv, 1 Reihe, Bd. 19, S. 60 ꝛc.).

8) Mittel zum Auf- und Abladen. Da die Zahl der Wagen auf einer Eisenbahn immer beschränkt ist und eine richtige Vertheilung der Wagenzüge an den Auf- und Abladestellen immer ihre Schwierigkeiten hat, so ist es von großer Wichtigkeit, daß die Waaren ꝛc. sehr rasch sowohl auf- als abgeladen werden können, damit die Wagen so wenig als möglich an denjenigen Punkten still stehen, wo sie nichts zu leisten vermögen. Um dieses Resultat zu erlangen, müssen die Waaren ꝛc.

1) so leicht als möglich auf- und abzuladen sein;

2) in großen Quantitäten versendet werden können, um nicht verschiedene Arten von Wagen, wie sie sich für jede besondere Art der Waaren eignen, herbeischaffen zu müssen;

3) müssen die Auf- und Abladestellen mit zweckmäßigen Maschinen versehen sein, um diese beiden Operationen zu erleichtern. Jedoch können wir uns hier auf die specielle Beschreibung von solchen Vorrichtungen nicht einlassen.

Siebentes Capitel.

Von der Bewegung der Fuhrwerke auf Abhängen durch die Schwere.*

Die beladenen Fuhrwerke, welche einen Abhang oder eine Rampe hinunter rollen, können, wenn der Abhang stark genug ist, zugleich andere leere Wagen heraufziehen. Diese Anordnung, welche auf der Doppeltafel LI und LII, Fig. 1 und 2, dargestellt worden ist, nennen die Engländer self-acting oder selbstwirkende Ebene.

In diesem Fall legt man entweder:

1) in die untere Hälfte des Abhanges eine Bahn, oder

2) zwei Bahnen in die Mitte, zum Ausweichen der Wagen, oder

3) zwei Bahnen oben, und eine gemeinschaftliche Bahn in die Mitte, oder

4) auf kurze Strecken oben und unten zwei Bahnen.

Die Bewegung wird durch ein großes Seil, oder auch zuweilen durch eine Kette mitgetheilt, die ein wenig länger als der Abhang ist. An die Enden des Seils oder der Kette werden die hinab- und hinauffahrenden Wagen gehängt. Das Seil, oder die Kette, läuft auf Rollen, und wickelt sich auf eine horizontale oder verticale Trommel oberhalb auf. Besser ist es, wenn man es über eine große gußeiserne Rolle mit tiefen Rinnen gehen läßt, die, beinahe horizontal, in einiger Entfernung von dem Gipfelpunkte, unter dem Boden liegt. Diese Rolle, ein wenig in die entgegengesetzte Lage des Abhanges geneigt, wird durch zwei hölzerne Lager getragen. Sie bewegt sich in einer ummauerten Höhlung unter dem Boden, die mit starken Balken bedeckt ist, über welche die Straßenschienen hergehen, wie bei D, Fig. 1 und 2, angedeutet. Die Rolle hat 5½ bis 15½ Fuß, ihre Axe 3 bis 5¾ Zoll im Durchmesser.

Befinden sich die beladenen Wagen oben auf der Bahn, links, so sind die leeren Wagen unten. Die beladenen Wagen ziehen alsdann das Seil hinab, und zwar auf der geraden Bahn. Die Radlenker verschließen die Bahn links (Fig. 2). Durch Menschen, oder auch bloß dadurch, daß sie auf die Speichen der Räder steigen, werden die beladenen Wagen erst in Bewegung gebracht, worauf dann die Schwere sie weiter treibt. Die hinauf- und die hinabfahrenden Wagen langen gleichzeitig bei der doppelten Bahn in der Mitte an. Die beladenen Wagen gehen auf der Bahn links weiter; aber die leeren Wagen werden durch die Radlenker AB in die Bahn rechts getrieben, in welcher sie bleiben, bis sie oben anlangen. Die beladenen Wagen, nachdem sie den leeren begegnet sind, gehen in der einzelnen Bahn unterhalb weiter; im Vorbeifahren drängen sie die Radlenker bei AC so, daß sie die Bahn rechts verschließen, und langen nun unten an. In dem Augenblick, wo die Wagen oben und unten ankommen, wird das Seil von Menschen schnell losgehakt und die Wagen setzen ihren Lauf, mit der Geschwindigkeit, die sie erlangt haben, noch weiter fort. Durch Erfahrung findet man, wann das Loshaken geschehen muß, damit die Wagen da stehen bleiben, wo man es verlangt. Da nun jetzt das Seil auf der Bahn links sich befindet, so müssen die beladenen Wagen, oben auf der Plateform, nach der Bahn rechts gebracht werden, und die leeren Wagen steigen nun auf der Bahn links aufwärts; dieß ist nöthig, weil die Radlenker die Bahn rechts verschließen. So also fahren die Wagen hinab und herauf, abwechselnd auf dieser und jener Bahn.

---

* Nach Minard's Vorlesungen, S. 153 ꝛc.

Digitized by Google

Wenn der Abhang oder das Uebergewicht so stark ist, daß die Bewegung der Wagen zu sehr beschleunigt werden würde, was besonders nach dem Endpunkte ihres Laufes hin der Fall ist, so mäßigt man die Geschwindigkeit vermittelst einer Bremse oder Hemmung, welche die große Rolle umgiebt. Ist aber das Uebergewicht so groß, daß auch dann noch die Bewegung fortdauert, wenn die Rolle sich zu drehen aufhört, also das Seil in der Kehle derselben gleitet, so hemmt noch ein Arbeiter den hintersten Wagen. Auch kann man die Rampe verlängern, und unterhalb eine Gegenrampe anordnen. Das Gefälle der Rampe muß übrigens nicht gleichförmig, sondern oben stärker sein, als unten, um die bewegende Kraft auszugleichen, die das Gewicht des Seils, in dem Maaße, wie es sich weiter abwickelt, verstärkt. Auch kann man die Reibung noch dadurch verstärken, daß man das Seil mehr als ein halbmal die Rolle umgehen läßt, nämlich vermittelst einer oder zwei kleiner Rollen, welche die Richtung des Seils ändern, und an sich selbst die Reibung schon vermehren (Fig. 1). Aber diese Anordnung hat den Uebelstand, daß die Bewegung, am Anfange derselben, erschwert wird. Nachdem die Wagen unten angelangt sind, werden sie von der Schwere nicht mehr getrieben, ihre Geschwindigkeit wird also nicht weiter beschleunigt, sondern im Gegentheil verzögert durch das Seil, welches die Wagen mit sich fortziehen müssen. Die Geschwindigkeit der auf dem Gipfelpunkt angelangten leeren Wagen wird dagegen von der Schwere nicht mehr vermindert, und kann nur durch die Reibung der Räder vernichtet werden. Sie bewegen sich also schneller, als das Seil von ihnen und von den unten befindlichen, verzögerten Wagen fortgezogen wird. Eben so würde es sich verhalten, wenn man die Bewegung der hinabfahrenden Wagen durch Hemmen mäßigte. Das Seil muß sich also, unter den darüber hingehenden Wagen, schnell biegen und aufwickeln. Um Beschädigungen, die dabei vorkommen können, zu verhindern, befestigt man an den Enden des sehr dicken und steifen Seils Ketten von 32 bis 36 Fuß Länge; auch hat man mehrere Mittel, das Seil schnell los zu haken.

Die selbstwirkenden Rampen haben die sehr verschiedene Länge von 50 bis 300 Ruthen, und ihr Gefälle beträgt 1 auf 40, bis 1 auf 6. Sie können aus mehreren einzelnen Abhängen, in concaver oder converer Form, zusammengesetzt werden; auch die horizontale Projection derselben kann krumm, oder aus einzelnen geraden Linien zusammengesetzt sein. So endigt sich, bei Sunderland in England, ein solcher Abhang in einen Bogen, dessen Halbmesser etwa 26 Ruthen lang sein mag, und man findet in England noch mehre Beispiele dieser Art.

Die Rollen (sheeves), welche das Seil zu tragen und zu lenken bestimmt sind, finden sich von verschiedener Gestalt. Einige haben enge Rinnen, andere sind Cylinder mit vorspringenden Rändern. Auch giebt es senkrecht stehende Cylinder und schief liegende Rollen, deren Aren dann nicht horizontal sind.

Alle diese Rollen, von Holz, oder von Gußeisen, bewegen sich um feste Aren von geschmiedetem Eisen, welche 7 bis 9 Linien im Durchmesser halten. Unter dem Seile haben die Rollen 7 bis 15 Zoll im Durchmesser, und sind 19 bis 25 Fuß von einander entfernt.

Die Rollen unter dem Seile dienen, die Reibung des Seils zu vermindern, und zu verhindern, daß sich dasselbe zu schnell abnutze; was geschehen würde, wenn man es auf der Erde sich fortschleppen ließe. Auch dienen sie, das Seil in der Mittellinie der Bahn zu halten und die bewegende Kraft da, wo die Bahn krumm ist, zu hindern, daß sie die Wagen zur Seite ziehn.

Die Rollen erleiden eine um so geringere Drehungs-Reibung, je größer der Durchmesser des Bodens ihrer Kehlen, gegen den Durchmesser der Axe ist. Da nun die Axe nicht dünner gemacht werden kann, als nöthig ist, um das Gewicht der Rolle und das eines 19 bis 25 Fuß langen Seils zu tragen, welches 50 bis 90 Pfund beträgt: so macht man den Durchmesser der Rollen so groß als möglich. Da sie aber weder die darüber hergehenden Wagen, noch den Boden berühren dürfen, so können sie nicht größer sein, als 15 bis 17 Zoll im Durchmesser, welches gewöhnlich die Höhe unter den Wagen ist. Man hat zwar versucht, um die Rollen größer machen zu können, den Boden auszuhöhlen und die Aren der Rollen tiefer zu legen; aber der kleine Graben für die Rollen füllt sich bald mit Wasser und Erde, und man muß dann die Rollen dagegen verwahren.

Die Seile sind wesentliche Theile des Mechanismus auf Bahnrampen. Ihr Durchmesser ist 1 1/2 Zoll bis 2 1/2 Zoll; ihr Gewicht beträgt 10 bis 24 Pfund auf die Ruthe Länge. Die Spannung der Seile beträgt 1000 bis 3500 Pfund. Die Reibung des Seils auf den Rollen muß nothwendig in Betracht gezogen werden. Berührte das Seil die Rolle nur in einem Punkte, so würde die Reibung der der Wagenräder auf den Schienen ähnlich sein. Aber wegen der nothwendigen Gestalt der Rolle, deren sämmtliche Punkte gleiche Winkelgeschwindigkeit haben, berührt es den Boden und die Ränder der Rolle zugleich, deren Geschwindigkeiten verschieden sind. Einige Theile des Seils reiben sich also zugleich auf die gewöhnliche Weise.

Es sind einige directe Versuche über die Reibung des Seils angestellt. Man ließ auf einem Bahn-Abhange leere Wagen hinabfahren, welche verschieden lange Seile fortgezogen. Wenn das Seil so lang war, daß die Geschwindigkeit beinahe gleichförmig wurde, so nahm man an, daß die Reibung des Seils und der Wagen der aus ihrem Gewichte in paralleler Richtung mit dem Abhang hervorgehenden, zusammengesetzten Kraft gleich sei. Und da nun die Reibung der Wagen bekannt war, so ließ sich danach die Reibung des Seils schätzen. Aber sie haben weder den Durchmesser des Seils, noch denjenigen der Aren und Rollen, noch das Gewicht derselben angegeben; auch wird man bemerken, daß jene Weise, die Reibung zu finden, voraussetzt, daß dieselbe viel stärker als die Geschwindigkeit zunahm, weil man annimmt, daß die Bewegung gleichförmig werde.

Durch Messung der Reibung am Umfange der Rollen, haben Versuche ergeben, daß die Reibung den 10ten oder 12ten Theil des Gewichts des Seils allein beträgt. Aber diese Reibung hängt auch noch von dem Gewichte der kleinen Rollen ab, welches man ohne große Fehler dem des Seils gleich setzen kann. Man muß also den doppelten Druck annehmen, und dann ergiebt sich nur der 20ste oder 24ste Theil der Last. Um diese Reibung auf den Umfang

Digitized by Google

der Rollenaxen zu übertragen, muß man sie mit 12, der gewöhnlichen Verhältnißzahl der Durchmesser der Rollen und ihrer Axen, multipliciren. Dieses giebt dann $^1/_2$, oder die Hälfte der Last.

Nach einer andern Schätzung beträgt die Reibung des Seils, am Umfange der Rollen gemessen, den 22sten Theil des Gewichts des Seils, ohne das der Rollen.

Nach diesen, von einander abweichenden Resultaten, die nur als Schätzungen zu betrachten sein dürften, wird man vielleicht annehmen können, daß der Widerstand des Seiles, mit Zubehör, an dem Umfange der kleinern Rollen gemessen, in der Richtung der Kraft, welche die Wagen fortzieht, den 36sten Theil des Gewichts des Seiles und der großen und kleinen Rollen beträgt, während der Durchmesser der Rollen ungefähr der 12fache Durchmesser ihrer Axen ist.

Das Seil zerreißt, wie wir schon im 1. Capitel bemerkten, öfters. Die herabfahrenden Wagen in solchen Fällen aufzuhalten, dient nur die Hemmung an den Rädern; die heraufahrenden Wagen hält man auf verschiedene Weise vom Zurückrollen ab. Nämlich:

1) befestigt man hinter dem letzten Wagen zwei Hölzer etwa 6 Fuß lang und 4 Zoll im Quadrat dick, unten mit eisernen Spitzen, die man den Wagen, wenn er hinauffährt, auf der Bahn nachschleppen läßt. Die Spitzen stemmen sich in den Boden, wenn der Wagen zurückrollen will.

2) Sind diese Hölzer zuweilen durch eiserne Stangen, in Form eines Andreas-Kreuzes, mit einander verbunden und bilden eine Art von Gestell, welches dem hintersten Wagen folgt.

3) Auf den Abhängen der unterirdischen Theile der Liverpooler Bahn, bedient man sich zweier starker hölzerner, mit plattem Eisen beschlagener, Keile. Sie haben die Gestalt des krummlinigen Winkels, zwischen den Rädern und den Bahnschienen, sind mit einander durch Querstücke verbunden, und bilden so eine Art Schlitten, der auf den Schienen gleitet und dem letzten Wagen folgt, an welchem er befestigt ist. So wie der Wagen zurück zu rollen strebt, hält ihn der Schlitten auf, indem sich die Keile desselben zwischen die Räder und die Bahnschienen klemmen, auf welchen sie dann nicht gleiten.

Achtes Capitel.

Von den feststehenden Dampfmaschinen und der Bewegung durch dieselben auf den Bahnrampen.

Um beladene Wagen eine Rampe hinauf zu ziehen, bedient man sich fast immer der Dampfkraft, und zwar gewöhnlich auf folgende Weise.

In geringer Entfernung vom Gipfel der Rampe ist eine Trommel, von $4^3/_4$ bis $12^3/_4$ Fuß im Durchmesser und nach Erforderniß der Länge des Seils etwa $4^3/_4$ Fuß lang, angebracht (Fig. 3 und 4, Taf. II). Die Axe dieser Trommel liegt horizontal, und perpendiculair auf die Richtung der Schienen, und so hoch, daß die Wagen unter der Trommel hindurch fahren können. Die Trommel ist mit einem gezahnten Rade verbunden, in welches ein Getriebe greift, dessen Axe mit einem Schwungrade und einer Hemmung, durch die Kurbel einer Dampfmaschine umgedreht wird. Die Trommel kann sich auf ihrer cylindrischen Axe, von einem Ende bis zum andern, frei drehen, und parallel mit der Länge der Axe gleiten. Die Bewegung der Axe ist mittheilend, oder unabhängig, je nachdem die Zähne an dem einen oder dem andern Ende der Trommel eingreifen, oder nicht. Die Trommel wird auf der Axe durch einen Arbeiter vermittelst eines Hebels verschoben.

Wenn die Eisenbahn nur einfach ist, so ist sie auf der Rampe, nach Fig. 5 eingerichtet. Am Fuße des Abhanges befinden sich zwei Bahnen, auf welchen die Wagen stehen und sich kreuzen können; auf der Rampe selbst ist nur eine Bahn, und auf der Plateform des Gipfels, zwischen dem höchsten Punkte des Abhanges und der Maschine, befinden sich wieder zwei Bahnen, deren eine ein wenig in der Richtung des Abhanges geneigt, die andere horizontal ist (Figur 3 und 4). Befinden sich nun die beladenen Wagen, nebst dem einen Ende des Seils, unten, so hakt man solches in die Wagen; die Trommel wird angeschoben und die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt. Die Trommel dreht sich um, wickelt das Seil auf und zieht die Wagen in die Höhe. Oben angelangt, hakt man das Seil los; die Wagen setzen ihre Bewegung auf der Plateform noch mit der erlangten Geschwindigkeit in der Bahn rechter Hand fort, und bleiben darauf dort, bis sie ihre Fahrt weiter verfolgen. Während die beladenen Wagen hinauffahren, sind die leeren Wagen bis unter die Trommel gebracht worden; von da werden sie mit den Händen auf die Plateform der Bahn linker Hand geschoben, welche, um die Bewegung der Wagen zu befördern, ein geringes Gefälle nach dem Abhange hin hat. So wie man das Seil von den beladenen, heraufgekommenen Wagen gelöset hat, hakt man es an die leeren Wagen. Man löset die Trommel und treibt die leeren Wagen nach dem Abhange hin. Die Schwere zieht sie fort, die Trommel dreht sich frei um die feste Axe, und die Wagen fahren hinunter und ziehen das Seil mit sich.

Wenn ein stärkerer Verkehr auf der Straße eine doppelte Bahn erfordert, so sind zwei Trommeln, für jede Bahn eine, vorhanden. Sie drehen sich in einerlei Richtung um; aber um die eine Trommel wickelt sich das Seil von oben, um die andere von unten. Die Anordnung der Schienen ist die nämliche, wie bei den selbstwirkenden Rampen (Fig. 6). Statt zweier Trommeln kann man auch, wie auf den selbstwirkenden Rampen, eine große Rolle machen, welche von der Dampfmaschine vermittelst Winkel-

Digitized by Google

räder in Bewegung gesetzt wird. Diese einfachere und wohlfeilere Einrichtung erfordert aber, daß die Reibung des Seils auf der Rolle stärker sei, als das Uebergewicht der beladenen Wagen über die leeren, weil sich sonst die Rolle drehen würde, ohne die Wagen und das Seil fortzuziehen.

Wenn das Gefälle des Bahnabhanges, oder das Gewicht der herabfahrenden Wagen so schwach ist, daß die Wagen nicht das Seil fortziehen können, so fügt man zu der obigen Anordnung noch eine große Rolle am Fuße des Abhanges hinzu, um welche ein zweites Seil läuft, dessen eines Ende an den hintersten herauffahrenden Wagen, das andere Ende an den vordersten leeren Wagen befestigt ist. Vermittelst dieses Seils zieht dann die Dampfmaschine zugleich auch die herabfahrenden Wagen fort; und zwar wechselseitig auf den beiden Bahnen (Fig. 7). Eine ähnliche Einrichtung findet man, um die beladenen und die leeren Wagen, zugleich oder abgesondert, auf den Bahn-Abhängen der Straße von St. Helens und des großen Tunnels von Liverpool in England (Fig. 8) herauf- oder herabzuziehen. Ein Seil ohne Ende, welches wir als von einem Punkt O ausgehend betrachten wollen, ist mitten auf eine der beiden Bahnen gelegt, geht unter der Erde und nach M fort, und umschließt bis K einen Theil der obern Kehle einer Rolle B mit zwei Rinnen von 9½ Fuß im Durchmesser. Von K läuft das Seil nach R, in die obere Rinne der Rolle C, welche zwei Rinnen von 6⅔ Fuß im Durchmesser hat; von R läuft es nach S und darauf halb um die Rolle D, von gleichem Durchmesser, wie C. Von J kommt es, in den untern Rinnen der Rollen C und B, nach N und G zurück, diagonal seine erste Richtung kreuzend, umfängt die Rolle B, von G nach T, läuft über die Oberfläche des Bodens hin, folgt der Mittellinie der zweiten Bahn, geht unter die Erde am Fuße des Abhanges, kommt, nachdem es den halben Umfang HP der Rolle A, von 9½ Fuß Durchmesser, umgeben hat, wieder hervor, und gelangt so endlich wieder nach O. Dieses Seil, dessen Länge mit dem Feuchtigkeitsgrade der Luft und durch den Gebrauch veränderlich ist, wird durch ein Gegengewicht E, welches in eine Grube hinabsteigen kann, in stets gleicher Spannung erhalten. Vermittelst der verticalen Rolle U wirkt es auf den Mittelpunkt der Rolle D, die, auf einem Wagen befestigt, der auf den Schienen rollt, allen Verlängerungen und Verkürzungen des Seils folgt. Eine Dampfmaschine, auf dem Gipfel der Rampe, dreht die Rolle B vermittelst conischer Räderwerke um. Dadurch bekommt das Seil, dessen Reibung durch das beschriebene System von Rollen sehr vergrößert wird, eine stetige Bewegung, und zwar auf den beiden Bahnen in entgegengesetzter Richtung. Um einen Wagenzug herauf zu ziehen, dient ein anderes, kleineres Seil, dessen eines Ende an dem ersten herauffahrenden Wagen befestigt ist, während das andere, umgeben und stark gepreßt von dem großen Seile, daran durch die Reibung festhält und deshalb seiner Bewegung folgt.

Auf dem Bahn-Abhange des kleinen Tunnels bei Liverpool, welcher nur eine Bahn hat, werden die Personenwagen durch die nämliche Dampfmaschine heraufgezogen, welche am Fuße des Abhanges steht, und zwar vermittelst einer, oberhalb befestigten, zurücklenkenden Rolle. Wenn zwei Wagenzüge, einer nach dem andern, heraufgezogen

werden sollen, so wird das Ende des Seils, welches zuerst heraufgekommen ist, durch Pferde nach unten zurückgezogen. Wenn in der Linie einer Eisenbahn eine Anhöhe liegt, deren Gipfel schmal genug und deren Abhänge stark genug sind, daß die leeren Wagen das Seil hinabzuziehen vermögen: so ist nur eine, von einer Dampfmaschine in Bewegung zu setzende, Trommel nöthig. Hat die Straße in diesem Falle nur eine Bahn, so legt man zwei Bahnen, auf jede Seite der Anhöhe, am Fuße derselben, eine; auf die Abhänge selbst aber nur eine Bahn, und auf den Gipfel wieder zwei Bahnen, mit geringen Gefällen in entgegengesetzter Richtung. Befindet sich nun ein Wagenzug an dem einen Fuße der Anhöhe, wohin das Seilende hinabgezogen worden, so hakt man es an den ersten der heraufzuziehenden Wagen. Die Trommel wird eingeschoben, und man läßt die Dampfmaschine die Wagen heraufziehen. So wie dieselben oben angelangt sind, hält man die Maschine an und hakt das Seil los; die Wagen werden mit den Händen fortgeschoben und rollen nun, mit Hülfe des schwachen Gefälles auf dem Gipfel, leicht bis zum Anfange des andern Bahnabhanges fort. Während ihrer Bewegung dort hin, die mit geringer Geschwindigkeit erfolgt, hakt man das heraufgezogene Ende des Seils an den hintersten Wagen, löset die Trommel, und treibt vollends den Wagenzug nach dem Anfange des andern Abhanges, auf welchem nun die Wagen hinabrollen und das Seil mit sich fortziehen, welches sich von der frei auf der Welle sich drehenden Trommel abwickelt. Hat die Straße eine doppelte Bahn, so müssen zwei Trommeln vorhanden sein. Die Schienen werden dann auf den Abhängen so gelegt, wie in dem Falle, wenn die Abhänge selbstwirkend sind.

Man kann auch der Wirkung der Dampfmaschine diejenige des Gewichtes der hinabfahrenden Wagen zu Hülfe kommen lassen: auf die Weise, wie es z. B. auf der doppelten Bahn zu Bruffelton in England geschieht. Einer der Bahnabhänge daselbst ist 422½ Ruthen lang und hat 1 auf 33 Gefälle; der andere ist 200 Ruthen lang und hat 1 auf 30½ Gefälle; der Gipfel der Anhöhe ist ungefähr 26½ Ruthen lang. Am Fuße der Rampen und auf dem Gipfel befinden sich zwei Bahnen mit schwachem entgegengesetztem Gefälle (Fig. 9). Auf den Abhängen selbst ist die Bahn nur einfach. Die Bahn auf dem kürzern Abhange bildet beinahe einen Kreisbogen von etwa 207 Ruthen Halbmesser. Der längere Abhang, der nach den Bergwerken zu liegt, wird immer von beladenen Wagen erstiegen, und leere Wagen fahren denselben hinab. Auf dem kürzern Abhange verhält es sich umgekehrt. Zwei Trommeln, auf einer und derselben gußeisernen Axe von 9½ Zoll Durchmesser unverschiebbar befestigt, werden durch eine Dampfmaschine von 60 Pferden Kraft, die in der Mitte des Gipfels steht, in Bewegung gesetzt. Die eine Trommel, 14 Fuß im Durchmesser, correspondirt mit dem längern, die andere, 6½ Fuß im Durchmesser, mit dem kürzern Abhange. Die Umfänge der Trommeln verhalten sich ungefähr, wie die Länge der Abhänge, damit die Wagen diese Länge in gleichen Zeiten durchlaufen können. Die Trommeln drehen sich nach einerlei Richtung um; aber während sich das Seil auf die eine aufwickelt, wickelt es sich von der andern ab. Die Geschwindigkeit kann vermittelst einer, mit den Trommeln concentrischer,

Digitized by Google

Hemmung, von 20 ½ Fuß im Durchmesser, ermäßigt werden. So wie nun ein Zug von 12 Wagen den einen Abhang ersteigt, fährt ein gleicher Zug von 12 andern Wagen den andern Abhang hinab. Wenn der zweite am Fuße des Abhanges angelangt ist, befindet sich der erste am Gipfel, in H. Von da treibt man ihn mit Hülfe des schwachen Gefälles der Bahn HB, und nachdem das große Seil abgehakt worden, leicht mit den Händen bis zu dem Punkt, wo er stehen bleibt. Nun wird das abgehakte große Seil an den hintersten der 12 leeren Wagen befestigt, die während der vorigen Bewegung in DE gestanden haben; das Ende des herabgezogenen kleinen Seiles aber wird an den vordersten der 12 andern leeren Wagen gehakt, welche hinaufgezogen werden sollen. Man schiebt den Wagenzug DE nach dem Anfange des großen Abhanges, setzt die Dampfmaschine in Bewegung, und schafft so die 12 leeren Wagen den obigen Abhang hinab, während die 12 andern den kleinen Abhang heraufgezogen werden. Nachdem diese letztern in G angelangt sind, während die ersten nach dem Fuße des längern Abhanges kamen, schiebt man die Wagen mit Hülfe des schwachen Gefälles GE und nachdem die Maschine angehalten und das kleine Seil gelöset worden ist, mit den Händen leicht nach DE, wo sie bis zur Fortsetzung ihrer Fahrt warten. Das abgehakte Ende des kleinern Seils wird an den letzten der 12 Wagen gehängt, die in BC geblieben waren. Das herab gezogene Ende des großen Seils aber wird an den vordersten derjenigen 12 Wagen gehakt, die herauf gezogen werden sollen. Man schiebt den Wagenzug BC nach dem Anfange des kürzern Bahnabhanges, setzt die Dampfmaschine in Bewegung, und die 12 beladenen Wagen fahren den kürzern Abhang hinab, während die 12 andern den längern Abhang hinauf gezogen werden. So geht es wechselseitig weiter.

Zu Brüsselton werden 12 Wagen, mit einer Geschwindigkeit von etwa 9 ¼ Fuß, den längern Abhang hinauf gezogen. Zum Ab- und Anhaken der Seile sind etwa 3 Minuten Zeit erforderlich; also können täglich, in 12 Stunden, etwa 30 Auf- und Abfahrten gemacht werden; was auch ungefähr dem Verkehr auf der Darlingtoner Straße entspricht, der jetzt jährlich aus 8 bis 10 hunderttausend Centner Steinkohlen bestehen soll.

Wenn man zwei ganz gleiche Abhänge und zwei gleiche Trommeln annimmt, und von dem Gewichte der Seile abstrahirt, so wird in jedem Augenblicke der Bewegung das Gleichgewicht stattfinden, und es wird kein anderer Widerstand als der der Reibung zu überwinden sein; allein dieser Widerstand kann gleichwohl sehr beträchtlich sein. Auf der Straße von Roanne in Frankreich, wo man bei den Abhängen von Nulliza, die ungefähr in dem angenommenen Falle sind, mit einem Roßwerke auszureichen gedachte, hat man eine Dampfmaschine von 25 Pferden Kraft aufstellen müssen.

Wäre die Neigung nicht so stark, daß das Seil von den leeren Wagen hinabgezogen werden kann, so müßte man am Fuße der Abhänge große horizontale Rollen anbringen, mit einem dritten Seil, welches an den vordersten hinab fahrenden und an den hintersten herauf fahrenden Wagen befestigt werden müßte.

Bei allen Abhängen ist es unumgänglich nothwendig, daß man die ganze Bewegung, vom Gipfel aus bis unten zu, übersehen kann, damit man die Bewegung nicht eher beginnen läßt, als bis alles dazu vorbereitet ist. Zu dem Ende giebt man mit einer, am Fuße der Abhänge errichteten Art von Telegraphen Zeichen, und wenn, wegen zwischen liegender Hindernisse, diese Zeichen nicht gesehen werden könnten, giebt man das Zeichen durch einen Drahtzug mit Glocke.

So lassen sich starke Abhänge übersteigen. Auf folgende Weise lassen sich durch feststehende Dampfmaschinen die Fuhrwerke auf der ganzen Linie einer Eisenbahn fortschaffen. Man theilt die Linie in einzelne Strecken von 530 bis 660 Ruthen Länge, und setzt auf jede Strecke eine Dampfmaschine. Gesetzt die Straße habe nur eine Bahn, und es seien A, B, C (Fig. 10) drei Stationen, mit doppelter Bahn und drei Maschinen: so dreht jede Maschine zwei Trommeln, die auf einer und derselben Welle stecken. Jeder Wagenzug wird vorn von einem Seile gezogen und zieht ein Seil hinter sich. Es seien D und E zwei Wagenzüge, die in entgegengesetzter Richtung fahren. D, nach der Richtung des Pfeils, wird durch das vordere Seil G und durch die Trommel S gezogen, die in B eingeschoben ist; zugleich zieht dieser Wagenzug das hintere Seil f, welches sich von der Trommel U abwickelt, die von der Maschine A abgelöset ist. In m angelangt, ändert sich die Bahn und geht nach no, wo man die Seile hinten und vorn löset; der Wagenzug wird nun mit den Händen von o nach y geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. In y hält man an. Ein anderer Wagenzug E, durch das vordere Seil h und die eingeschobene Trommel T gezogen, zieht das hintere Seil i fort, welches sich von der gelöseten Trommel x abwickelt. So wie der Wagenzug nach p kommt, hakt man beide Seile los; der Zug gelangt auf die andere Bahn und rollt von selbst hinab, oder wird mit den Händen von p nach ek geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. Er bleibt darauf in ek. Nun wird das Seil r hinten an den Zug D befestigt, der in y geblieben war und das Seil i vorn an denselben. Die Trommel T wird von der Maschine B gelöset und die wieder angeschobene Trommel x zieht den Wagenzug D nach sich. Eben so wird das Seil g hinten an den Wagenzug E befestigt, der in ek geblieben war und das Seil f vorn an denselben. Die Trommel S wird von der Wirkung der Maschine B abgelöst; U wird für die Maschine A eingeschoben und zieht so den Wagenzug E nach sich. Die beiden Wagenzüge werden sich auf diese Weise durch die zusammengesetzte Wirkung anderer Maschinen, immer weiter über A und C hinaus entfernen, während andere ankommende Züge jenen in der Station B begegnen.

Dieses ist das Bewegungs-System, welches man das rückwirkende oder in England reciprocating nennt, indem es von den einander entgegengesetzten Wirkungen der Trommeln abhängt.

Anstatt die beiden Trommeln jeder Maschine, eine nach der andern, sich bewegen zu lassen, kann man sie auch zugleich in Bewegung setzen. So können die Trommeln S und T zugleich die Wagenzüge E und D nach sich ziehen, an welche immer zwei Seile f und i hinten angehängt sind, welche ihnen folgen. Diese Wagenzüge begegnen sich dann

Digitized by Google

unter den Trommeln der Maschine B. Man löset alle Seile; das hintere Seil eines Zuges wird zum vordern eines anderen; die Trommeln S und T werden beide gelöset; die eingeschobenen Trommeln U und Z werden in Bewegung gesetzt und ziehen den Zug E nach A und den Zug D nach C; die Maschine B bleibt unthätig. Dieses System erfordert kräftigere Maschinen.

Die eine und die andere Art haben ihre Uebelstände. Bei erster Art muß jeder Wagenzug einen andern erwarten: bei der zweiten bewegen sich die Züge zwar immer fort, aber es bleiben stärkere Maschinen unthätig.

Bei dem wechselwirkenden Systeme liegt immer ein Seil auf der Mittellinie der Schienenbahn; und wo die Eisenbahn einer Heerstraße begegnet, muß das Seil gegen die Räder der Wagen und die Füße der Pferde gesichert werden. Zu dem Ende läßt man es in einer Art von hölzernem oder eisernem Gerinne (buse) laufen, dessen Obertheil auf Angeln sich dreht. Ein Knabe, der beständig diese Leitung öffnet und verschließt, zeigt es den Vorüberfahrenden an, wenn ein Wagenzug anlangt.

Die feststehenden Maschinen auf Eisenbahnen haben gewöhnlich hohen Druck, ohne Condensation der Dämpfe. Die Bewegung der Wagen erfordert, daß die Maschine mit Unterbrechungen wirke, und je bei dem Anfange der Bewegung stärker. Die Maschinen mit Condensation der Dämpfe, die erst nach einigen Momenten stärkere Kraft entwickeln, scheinen also für die Bewegung der Wagen auf Bahn-Abhängen weniger geeignet.

Uebrigens bezieht sich alles, was hier von feststehenden Dampfmaschinen und Bahn-Abhängen gesagt ist, nur auf Straßen, auf welchen nicht mit großer Geschwindigkeit gefahren wird. Eben so verhält es sich bei dem wechselwirkenden Systeme, wo die Wagen immer nur 9½ bis 12½ Fuß Geschwindigkeit in der Secunde haben.

Ueber den Vorzug des Transports mit stehenden und mit locomotiven Dampfmaschinen ist viel gestritten, und man nahm den Streit im Allgemeinen als zu Gunsten der letztern entschieden an. Neuerlich ist der Gegenstand von den engl. Ingenieuren G. Stephenson und Bidder wieder aufgenommen worden, indem denselben, bei der projectirten Anlage der Commercial-Eisenbahn zwischen London und Blackwall die Frage gestellt wurde, ob der Betrieb derselben mit einer stehenden oder einer locomotiven Kraft vortheilhafter sei.

Die Commercialbahn soll sich auf Bogen von einem Theile Londons zu einem andern, ohngefähr ¾ deutsche (3½ engl.) Meilen weit erstrecken und soll Steigungen von 12 Fuß auf eine engl. Meile oder 427 preußische Ruthen bekommen, und würde, obwohl sie ziemlich gerade liefe, doch Curven von etwa 3000 Fuß Halbmesser erhalten.

Die genannten Ingenieure nehmen an, daß, um von einem Endpunkt der Bahn bis zu dem andern zu gelangen, nur 12 Minuten Zeit gewährt werden dürfen. Wir theilen hier aus ihrem Bericht (Dingler's Journal, Bd. 68, S. 343 ꝛc.) eine Vergleichung des stehenden und locomotiven Systems auf der projectirten Bahn mit, und zwar 1) in Hinsicht auf die Geschwindigkeit, 2) in Hinsicht auf die Betriebskosten, und 3) in Hinsicht auf die Baukosten.

1) Relative Geschwindigkeit. Abstrakt betrachtet, kann man jedem der beiden Systeme jede Geschwindigkeit, deren man bedarf, geben. Wir haben angenommen, daß die ganze Bahn in 12 Minuten zurückgelegt werden muß, und daß sich die Abfahrt an jedem Bahnende alle Viertelstunden wiederhole. Bei dem stehenden System kann dies, wenn sich bei den Minoriten eine Maschine von 250 und in Blackwall eine von 200 Pferdekräften befindet, mit einem Wagenzuge von 133 Tonnen Bruttoladung oder mit 1000 Personen geschehen; und diese Ladung läßt sich sogar noch bedeutend erhöhen, ohne daß die Dauer der Fahrt um mehr dann eine oder höchstens um zwei Minuten verlängert wird.

Bei dem Locomotivsysteme ist (vorausgesetzt, daß der Regelmäßigkeit willen nach jeder Richtung dieselbe Geschwindigkeit und Pünktlichkeit erfordert wird) die Leistungsfähigkeit der Maschinen nothwendig auf jene Ladung beschränkt, welche sie von Blackwall nach London ziehen können. Der Meinung der Ingenieure nach kann das höchste Gewicht, welches der Locomotive angehängt werden darf, wenn sie die Fahrt in 12 Minuten zurücklegen soll, nicht über 35 Tonnen oder 250 Personen betragen.

Wenn daher für eine Beförderung von 1000 und mehr Personen auf ein Mal, so wie auch für die Aufnahme und Absetzung von solchen an Zwischenstationen Vorsorge getroffen werden soll, so sind ihrer Ansicht nach, bei Anwendung von Locomotivmaschinen durchaus vier Bahnlinien erforderlich, während bei der Anwendung stehender Maschinen zwei solche Linien allen Anforderungen vollkommen Genüge leisten. Bei einem Zusammentreffen mehrfacher günstiger Umstände läßt sich unstreitig obige, für die Locomotiven angenommene Ladung um ein Geringes erhöhen; dagegen aber dürfte weit häufiger der Fall eintreten, daß eine weit bedeutendere Verbindung derselben nöthig wird. Von diesen Schwankungen ist das stehende System größten Theils, wo nicht gänzlich, befreit.

Keines der beiden Systeme ist ernstlichen Unordnungen ausgesetzt, obschon sich auch in dieser Hinsicht ein geringer Vorzug zu Gunsten des stehenden Systems ergeben dürfte.

2) Relative Betriebs- und Herstellungskosten. Man hat sich bei der Lösung dieser Frage der an andern Eisenbahnen gemachten Erfahrungen bedient, und da es eigentlich keine Bahn giebt, die der fraglichen analog wäre, so sind diese Erfahrungen den Umständen und Eigenthümlichkeiten derselben angepaßt.

Die hienach angestellten Berechnungen haben dargethan, daß sich die Unterhaltungskosten und Reparaturen der zum Betriebe dieser Bahn erforderlichen Locomotiven jährlich auf 23,000 Pfd. Sterl. belaufen dürften, während die stehenden Maschinen nur einen Aufwand von 11,000 Pfd. mit sich bringen, wozu jedoch noch 1000 Pfund für Unterhaltung der Taue geschlagen werden müssen. Die Unterhaltung der Bahn würde mit stehenden Maschinen jährlich um 1500 Pfd. weniger kosten, als mit Locomotivmaschinen, so daß sich also im Ganzen zu Gunsten des stehenden Systemes eine Summe von jährlich 12,500 Pfd. Sterl. ergiebt.

Die Herstellung der stationären Maschinen mit den dazu nöthigen Gebäuden kommt auf 25,000 Pfd. Sterling, der Ankauf von 10 kräftigen Locomotiven mit Herstellung der

Digitized by Google

Wasserstationen, Reparirschoppen ꝛc. hingegen berechnet sich auf 20,000 Pfd. Sterl., zu welcher letzteren Summe aber übrigens auch noch die Kosten der Aufwindmaschine an den West-India-Doks geschlagen sind.

3) Relative Baukosten des Viaducts und der Bahn. In dieser Hinsicht müssen, bevor man auf einen vergleichsweisen Kostenanschlag eingeht, einige, einem jeden der beiden Systeme zukommende Eigenthümlichkeiten erwähnt werden.

Die Locomotivmaschinen erheischen, welche Kosten auch damit verbunden sein mögen, wenn sie mit Nutzen arbeiten und wenn deren Unterhaltungskosten nicht bedeutend steigen sollen, eine solche Modificirung und Verminderung der Rampen, daß sie einen gehörigen Nutzeffect geben können. Bei den stationären Maschinen hingegen ist eine bedeutende Modificirung der geneigten Bahnen möglich, ohne daß deren Leistung beeinträchtigt wird. Wir verweisen als Beispiel abermals auf die London-Birmingham-Eisenbahn, an der sich eine Steigung von 80 Fuß auf die englische Meile befindet.

Im gegenwärtigen Falle ist die für das stehende System vortheilhafteste Modification des Bahnniveau durch die vorgeschriebene Durchkreuzung der Gassen und Straßen beschränkt. Allein selbst innerhalb dieser Gränze ist die Ersparniß sehr bedeutend und mit andern später zu erwähnenden Ersparnissen verbunden. Diese Ersparniß würde noch größer ausfallen, wenn die Erlaubniß zu erlangen wäre, unter einigen Straßen die Kreuzung zu vollbringen. Eine große Ersparniß erwächst nothwendig für jenes System, welches die wenigsten Bahnlinien und folglich die geringste Breite des Viaducts erheischt; woraus also ein bedeutender Unterschied zu Gunsten des stationären Systems folgen muß, da bei diesem der Viaduct den obigen Angaben gemäß wenigstens um 16 Fuß schmäler sein kann.

Die aus der Verminderung der Breite des Viaducts und aus dessen Erniedrigung bis auf die durch die Parliaments-Acte gestattete Tiefe, hervorgehende Ersparniß berechnet sich auf 150,000 Pfd. Sterling, wozu noch, wenn einige Straßen etwas erhöht werden dürfen, eine Ersparniß von 23,000 Pfund käme, so daß dies eine Summe von 173,000 Pfund Sterling gäbe, abgesehen von dem Unterschiede in den Ankaufskosten des Terrains.

Endlich ließen sich die Arbeiten bei solcher materiellen Reducirung in 18 Monaten vollenden.

Alles dieß zusammengefaßt, finden die Herren Stephenson und Bidder, daß das stationäre System bei gleicher Geschwindigkeit jährlich um 12,500 Pfund weniger Betriebskosten veranlaßt, als das Locomotivsystem; daß sich an den Baukosten, die Erwerbungskosten des Terrains und die Aufziehmaschine an den West-India-Doks nicht in Anschlag gebracht, eine Ersparniß von 145,000 Pfund herauswirft, die sich auf 168,000 Pfund steigern würde, wenn die Erlaubniß, unter einigen Straßen durchzufahren, zu erlangen wäre.

Daß außerdem das stehende System so viele Zwischenstationen möglich macht, als der Verkehr und die Bequemlichkeit des Publikums erheischen dürfte. Daß endlich bei dem niedrigeren Niveau, auf welchem sich die Bahn an den West-India-Doks und in Blakewall befände, die Communication mit den Magazinen um Vieles erleichtert wäre.

Die Ingenieure fügen schließlich noch einige Bemerkungen über die Einwendungen bei, die man ebenfalls gegen das empfohlene System machen dürfte.

Mehrere sind der Ansicht, daß sich stationäre Maschinen und Taue nicht mit einer größern Geschwindigkeit vertragen. Hingegen muß bemerkt werden, daß sich für diese Ansicht auch nicht eine einzige Thatsache oder ein einziger Grund aufbringen läßt; daß dafür die stationären Maschinen an der London-Birmingham-Eisenbahn, die bei einer Steigung von 80 Fuß in die englische Meile eine Geschwindigkeit von 20 Meilen in der Zeitstunde hervorbringen, einen triftigen Gegenbeweis liefern. Man hat gesagt, daß stehende Maschinen größern Lärm verursachen, als die Locomotiven, indem der Lärm fortwährend durch die ganze Strecke stattfindet, durch welche die Taue reichen, während man die Locomotive nur bei ihrem Vorüberfluge hört. Hiergegen läßt sich einwenden, daß der Lärm, der die Seilleitungsrollen machen, bald durch eine Verbesserung dieser Rollen gehoben werden dürfte. Uebrigens möge man nicht vergessen, daß bei den stehenden Maschinen der Rauch und das Funkensprühen längs der ganzen Bahn wegfällt, und daß eben dies auch von der größten Klage gilt, die man an sehr bevölkerten Quartieren gegen die Eisenbahnen hört, und die gegen das Ausströmen des Dampfes während des Wartens der Locomotive auf die Wagenzüge und gegen das Pfeifen bei der Annäherung derselben gerichtet ist. An der Station, wo sich eine stehende Maschine befindet, wird man von Allem dem Nichts zu leiden haben.

Neuntes Capitel.

Von den schwebenden oder sogenannten Palmer'schen Eisenbahnen.

Diese Art von Eisenbahnen ist nur an wenigen Orten angewendet worden. Wir beschreiben hier die zum Posenschen Festungsbau erbauete,* die sich durch besonders zweckmäßige Construction auszeichnet. Fig. 11 auf Tafel LII zeigt den Transportwagen von der Seite nach Wegnahme des Seitenbrettes U, und links ein Stück eines zweiten angeschobenen Wagens, um noch die Verbindung sehen zu lassen; dabei zeigen sich hinter den Wagen noch die Haupttheile der Bahn. Fig. 12 ist eine Endansicht des Wagens, bei welcher die links von der Bahn liegende Hälfte, welche

* Der Erbauer, Hauptmann von Peittwit, in den Verhandlungen des preuß. Gewerbevereins, 1837, S. 160 ꝛc., und daraus im polytechn. Centralblatte, 1837, Nr. 72 ꝛc.

Digitized by Google

der rechten ganz gleich ist, weggelassen wurde. Fig. 13 ist eine Seitenansicht des mittlern Theils des Wagenrades. Fig. 14 ein Durchschnitt desselben mit Andeutung der Speichen, welche sich bei Fig. 15 endigen. Fig. 16 endlich eine Reibungsrolle, bei welcher in der natürlichen Lage die Schmierbüchse oben steht.

Die Bahn. Die Pfosten oder Ständer A müssen für eine Bahn von längerer Dauer wohl von Eichenholz sein; jedoch sind für temporären Gebrauch ganz schlechte und ästige Zopfenden von Kiefernholz brauchbar. Diese Ständer brauchen nur auf zwei Seiten beschlagen zu sein. Sie stehen auf $^1/_4$ ihrer Länge in der Erde und sind zur Sicherung gegen Feuchtigkeit, so weit sie in die Erde kommen, anzubrennen und mit einer Mischung von Theer und Pech zu überziehen. Der Boden um sie herum wird festgestampft. Die Entfernung der Ständer von Mitte zu Mitte beträgt 9 Fuß, welche Entfernung aber bei etwa möglicher Anwendung der Dampfwagen wohl noch würde vermindert werden müssen.

Die Bahnbohlen B sind am besten von Kiefernholz zu nehmen, da die eichenen sich zu sehr krumm ziehen. Die Kanten derselben unter der Eisenschiene C sind auf beiden Seiten gut abzuschrägen, damit die Ränder der Räder nicht daran streifen. Die Befestigung der Bohlen in den Rändern geschieht mit einem oder zwei $^1/_4$ zölligen starken Bolzen D, die nicht ganz durchgehen. Die Dicke der Eisenschienen C von $^1/_2$ Zoll scheint für Pferdezug genügend; für Dampfkraft möchte nach den Erfahrungen in Amerika diese Stärke bis auf 1 Zoll zu vermehren sein. Unter die Enden der Schienen wird es gut sein, noch ein Stück Eisen F unterzulegen, weil die Bohlen unter den Enden der Schienen vorzugsweise angegriffen werden. Diese Enden der Schienen sind nicht senkrecht, sondern schiefwinkelig abgeschnitten. Die in den Schienen befindlichen Löcher sind länglich. Die zur Befestigung der Schienen auf den Bohlen gebrauchten Nägel sind 7 Zoll lang, $^1/_4$ Zoll stark und unten etwas dicker, damit sie fester sitzen. Die Leitbohlen oder Leitbretter G an den Seiten der Ständer, an welchen Brettern die Frictionsrollen u. s. w. der Wagen entlang laufen, werden in der Mitte zwischen zwei Ständern durch ein Stück 8 Zoll breites, 6 Zoll langes und 2 Zoll starkes Brett H in der gehörigen Entfernung von einander erhalten. Auf der Mitte der Leitbohlen sind Eisenschienen J von 1 Zoll Breite und $^1/_4$ Zoll Dicke aufgenagelt, um die Reibung der Wagen an denselben zu vermindern. Für unwichtige Bahnen können diese Eisenschienen wegfallen; zwar wird die Reibung etwas größer, doch ist die Abnutzung der Leitbohlen gering, selbst wenn an den Wagen keine Frictionsrollen, sondern nur Streichhölzer angebracht sind. Die Bahn für das Pferd, oder der Erdboden, muß wenigstens 6 Zoll, besser 1 Fuß unter den Wagen frei sein, damit diese nie anstoßen oder schleifen, was denselben bei der großen Belastung sehr nachtheilig ist. Um Durchfahrten herzustellen, lassen sich leicht Drehthore darstellen, bei welchen ein Ständer rund gemacht und als Drehungsaxe der zu beiden Seiten auslaufenden Bahnbohlen hergerichtet wird; sollte so eine zu kleine Oeffnung entstehen, so lassen sich zwei Drehthore neben einander anbringen, welche an dem Punkte, wo die beiden beweglichen Bohlen in einander verlaufen, einen beweglichen Ständer nöthig machen. Drehthore lassen sich ebenfalls benutzen, um sich durchkreuzende Bahnen zu verbinden.

Eisenbahnwagen. Zwei durch ein Charnier L verbundene Wagen bilden immer einen Doppelwagen, der seiner Construction nach allen Krümmungen der Bahn mit Leichtigkeit folgt, wogegen die beiden Verbindungsschienen M die schwankende Bewegung in der Längenrichtung der Bahn hindern und zugleich als Zugleine für das seitwärts gehende Pferd dienen. In Betreff der Länge der Zugleine läßt sich kein bestimmtes Maaß angeben, da dieses von der Höhe der Bahn und dem Terrain abhängig ist. In ebenem Terrain und bei den angedeuteten Höhenmaßen der Bahn dürfte die Zugleine 4—5 Ruthen lang werden. Die Bäume H H der Wagen sind von Birken- oder Rüsterholz und mit den in der Zeichnung angegebenen Dimensionen stark genug.

Selbst bei $2^1/_2$ Zoll Stärke, 3 Zoll Breite und ziemlich nachlässiger Behandlung sind nicht alle Bäume gebrochen. Alle Bolzen, welche die Bäume durchlochen, sind möglichst zu vermeiden, da an diesen Stellen die Bäume am ersten brechen, und an deren Stelle Ziehbänder Z Z zu gebrauchen. Zum Schutz der Bäume gegen äußere Beschädigung sind dieselben mit einer eisernen Schiene S S belegt. Die Spitze des Wagens, wo oben die vier Bäume zusammenkommen, ist zum Schutz gegen Feuchtigkeit mit Leinwand zu überziehen und dieselbe mit einem Oelanstrich zu versehen. Zur festern Verbindung der vier Bäume geht oben unter dem ersten eisernen Bande ein hölzerner Diebel R durch; aus demselben Grunde ist ein hölzerner Keil P in dem obern Raume zwischen den Bäumen eingebracht, der durch die im zweiten Bande befindlichen eisernen Bolzen in seiner Lage erhalten wird. Die Rahmen Q Q, die auf der Axe des Rades ruhen, müssen von trockenem Eichenholze und die einzelnen Stücke mit Schwalbenschwanz verbunden und durch $^1/_4$ Zoll starke hölzerne verleimte Nägel befestigt sein. Die Befestigung der vier Bäume an den Rahmen geschieht durch vier eiserne Bolzen a a. Der gekrümmte eiserne Bügel X, welcher die Bäume aus einander hält, giebt dem Wagen seinen ganzen Halt, weswegen auch an diesen Stellen die Bäume am stärksten sind. Die Seitenbretter W W des Wagens sind von Kiefernholz und nur die Bretter W W, woran die Verbindungsschienen und Frictionsrollen befestigt werden, von Eichenholz. Damit die Ladung nicht herunterfallen kann, sind außerhalb nach Umständen Bretter zum Klappen U U mit Ketten angebracht.

Frictionsrollen. Dieselben sind von Eisen, b b, und bewegen sich längs der schon oben erwähnten, an den Ständern befestigten Seitenbretter G hin. Bei unwichtigern Bahnen können diese Frictionsrollen durch festgenagelte Streichklötze von Buchenholz ersetzt werden. Bei Wagen, welche zum Personentransport dienen sollen, dürfte die Befestigung der Frictionsrollen durch eine federnde Vorrichtung zu bewirken sein, wodurch dieselben immer an die Seitenschienen J J angedrückt und alle Schwankungen des Wagens vermieden würden. Die Axe c der Rollen ist fest, oben durch zwei Schrauben befestigt; unten wird sie durch eine kleine eiserne Büchse e in der richtigen Lage erhalten. Die Frictionsrollen lassen sich auf diese Weise sehr leicht herausnehmen, indem nur die beiden erwähnten Schrauben

Digitized by Google

gelößt zu werden brauchen. Die Frictionsrollen enthalten im Innern eine metallene Büchse f, die bei ihrer Länge wenig abgenutzt wird, und wenn sie abgenutzt sein sollte, sich leicht neu ausfuttern oder durch eine neue ersetzen läßt. Unterhalb derselben sind kleine metallene Scheiben g aufgesteckt, um die Reibung der Rollen an der kleinen Büchse e zu vermindern. Die Schmiere für die Are geht derselben aus der oberhalb befindlichen Schmierbüchse h zu.

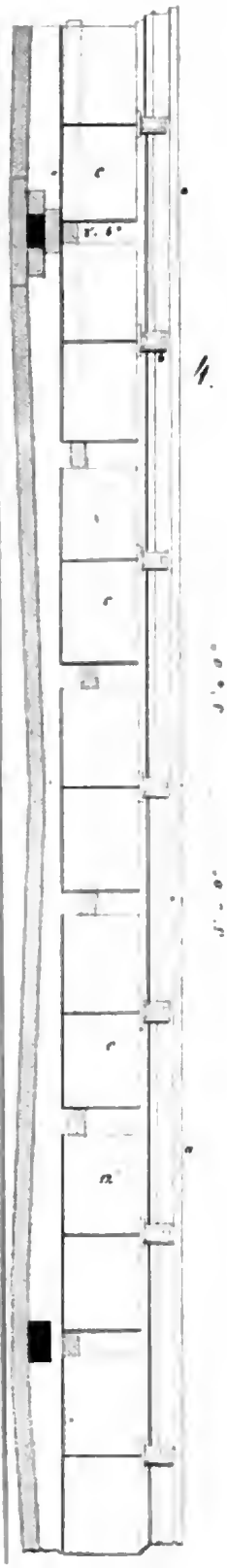
Räder. Diese sind von Eisen und zwar die Nabe von Gußeisen, das Uebrige: Speichen, Felgen u. s. w. von Schmiedeeisen. Um die Nabe ist an beiden Enden, wo die Oeffnung für die Are sich befindet, ein schmiedeeiserner Ring i herumgelegt. Fig. 14 zeigt den hölzernen Rahmen Q, das metallene Pfannenlager oder die Büchse l, die Schmierbüchse m und die eiserne Are n. Die letztere hat einen viereckigen Ansatz w, mit welchem sie in eine Vertiefung der Nabe paßt und welcher dazu dient, daß sich die Are nicht drehen und auch nicht herausziehen kann. Die Schmierbüchse m theilt der Are n des Rades, in den metallenen Pfannenlagern l, die Schmiere mit, die, wenn sie auf der entgegengesetzten Seite herausdringen sollte, von der rings herum mit einer Rinne versehenen Stoßscheibe von Messing p aufgenommen und so am Abfließen oder Abträufeln gehindert wird. Außerdem ist eine eiserne Stoßscheibe q und eine Lederscheibe r auf die Are getrieben, um die Schmiere abzuhalten, zwischen die Stoßscheibe und die Nabe zu dringen. Diese Schmiervorrichtung ist der in den Stephenson'schen Dampfwagen nachgeahmt, jedoch erst

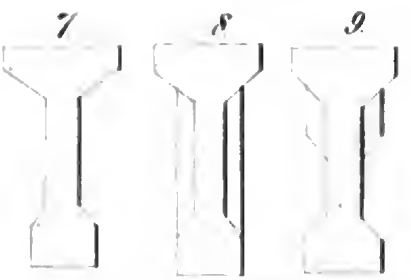
kürzlich ein Versuch damit gemacht worden. Das nach Beschaffenheit der Witterung mit mehr oder weniger Oel oder Thran zu versetzende Fett, welches als Schmiere dient, dringt durch die Oeffnung s ein, und die Scheibe t, worauf die Schmierbüchse festsitzt, ist absichtlich mit der Büchse verlöthet, um heiß zu werden und die Schmiere flüssig zu machen, wenn die Are ja einmal trocken geworden sein sollte. — Da die hier angegebene Construction der Räder erst bei einigen Wagen angebracht und seit Kurzem in Gebrauch ist, so läßt sich über deren Haltbarkeit noch nichts Bestimmtes angeben. Bis jetzt halten sie sich gut; zwar zeigt sich eine kleine Bewegung der Speichen in der Nabe, welche aber wohl nicht nachtheilig sein dürfte. In Betreff der Bearbeitung der Seitenränder des Radkranzes u, welche abgestumpfte Kegel bilden, ist zu bemerken, daß sie sich am leichtesten anfertigen lassen, wenn man die dazu bestimmten Eisenschienen in gehöriger Länge erst nach der auf eine Ebene entwickelten Krümmung des abgestumpften Kegels ausschmiedet, sie darauf konisch zusammenbiegt und dann an den Enden zusammenschweißt. Schweißt man sie dagegen als flachen Ring zusammen, den man nachher zum abgestumpften Kegel ausschmiedet, so gerathen sie viel schlechter. Wenn die Eisenbahnwagen mit eingelezten Rädern von der Bahn genommen werden sollen, so ist es nothwendig, vorher die Räder mittelst eines über dem Rahmen Q zwischen die Speichen eingeschobenen Bolzens zu unterstützen, damit nicht die metallenen Pfannenlager das ganze Gewicht des Rades zu tragen haben.

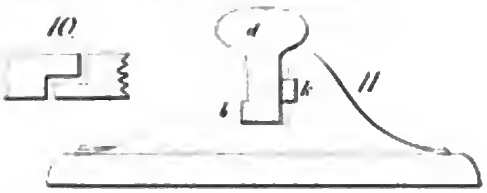
Digitized by Google

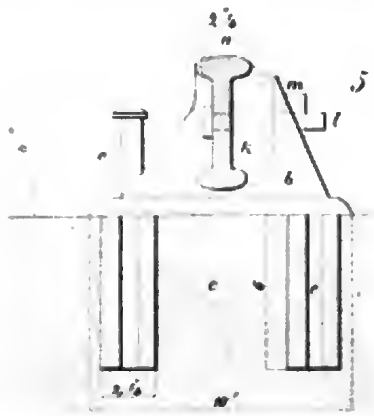
Taf XLIII

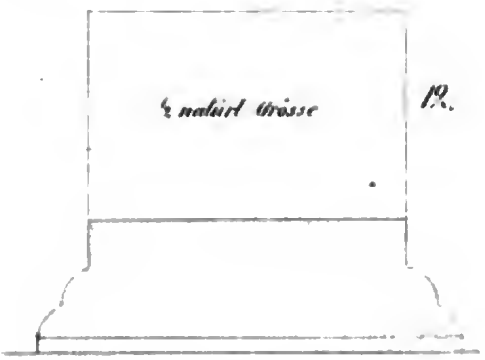
Taf XLIV

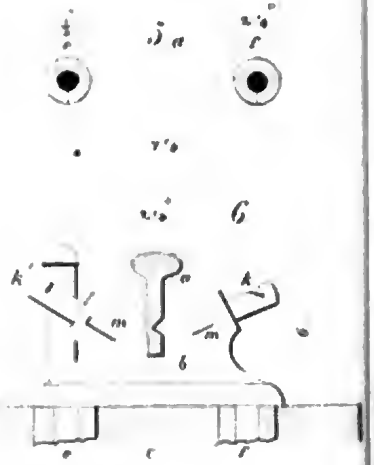


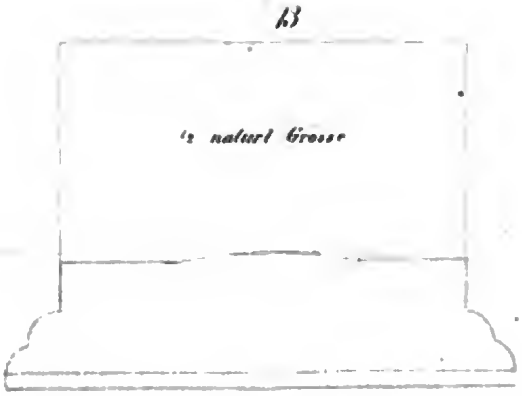






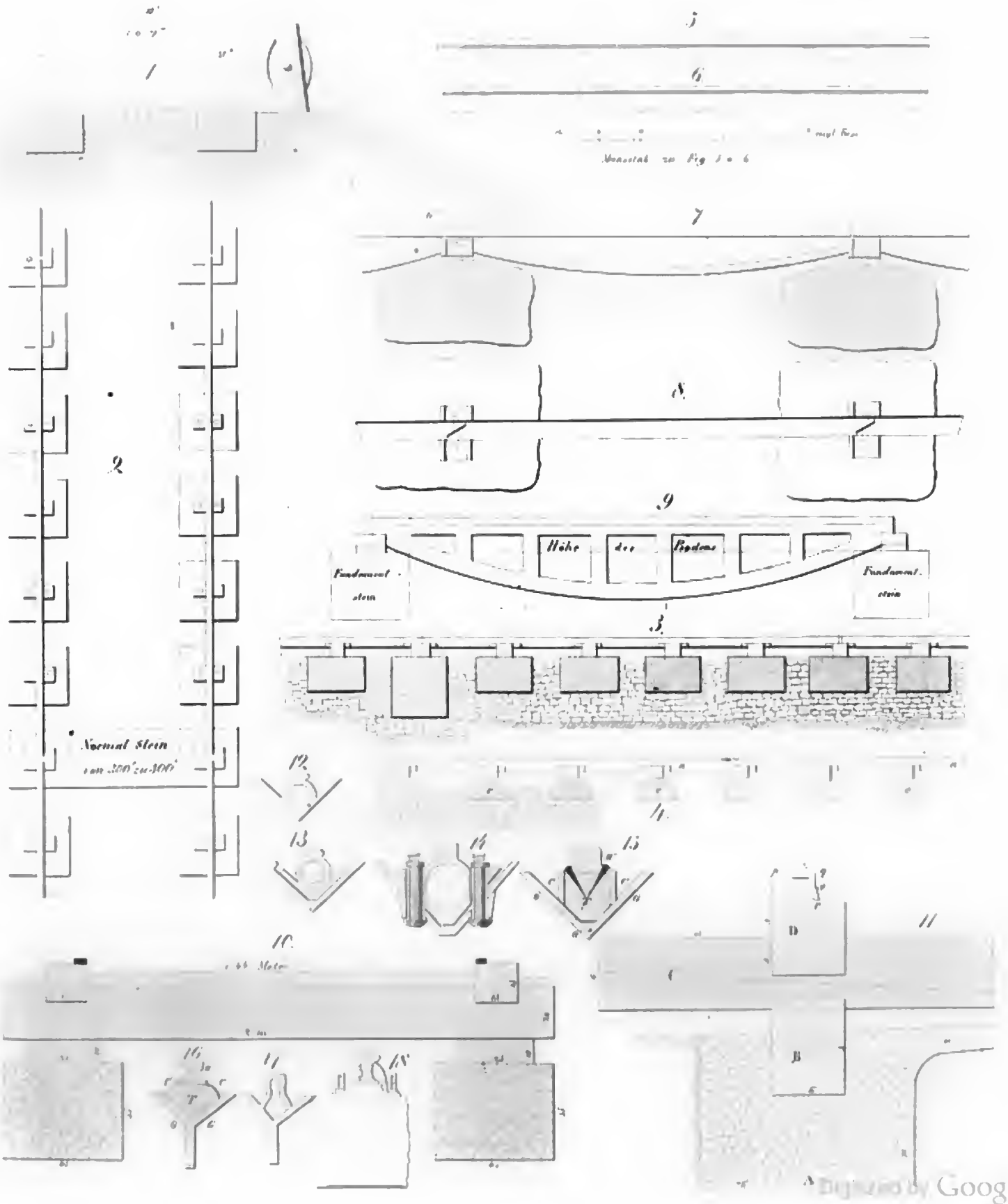






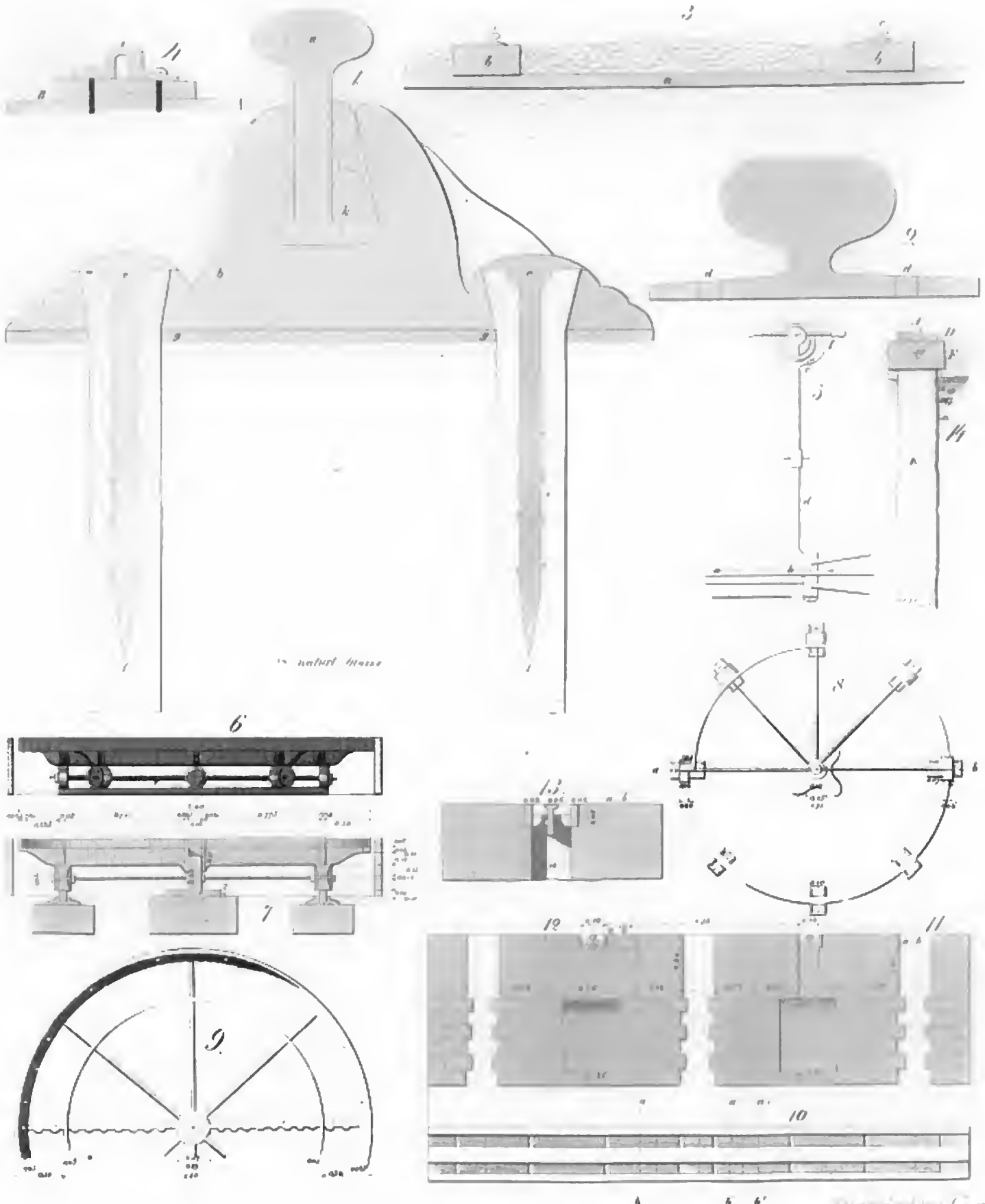
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

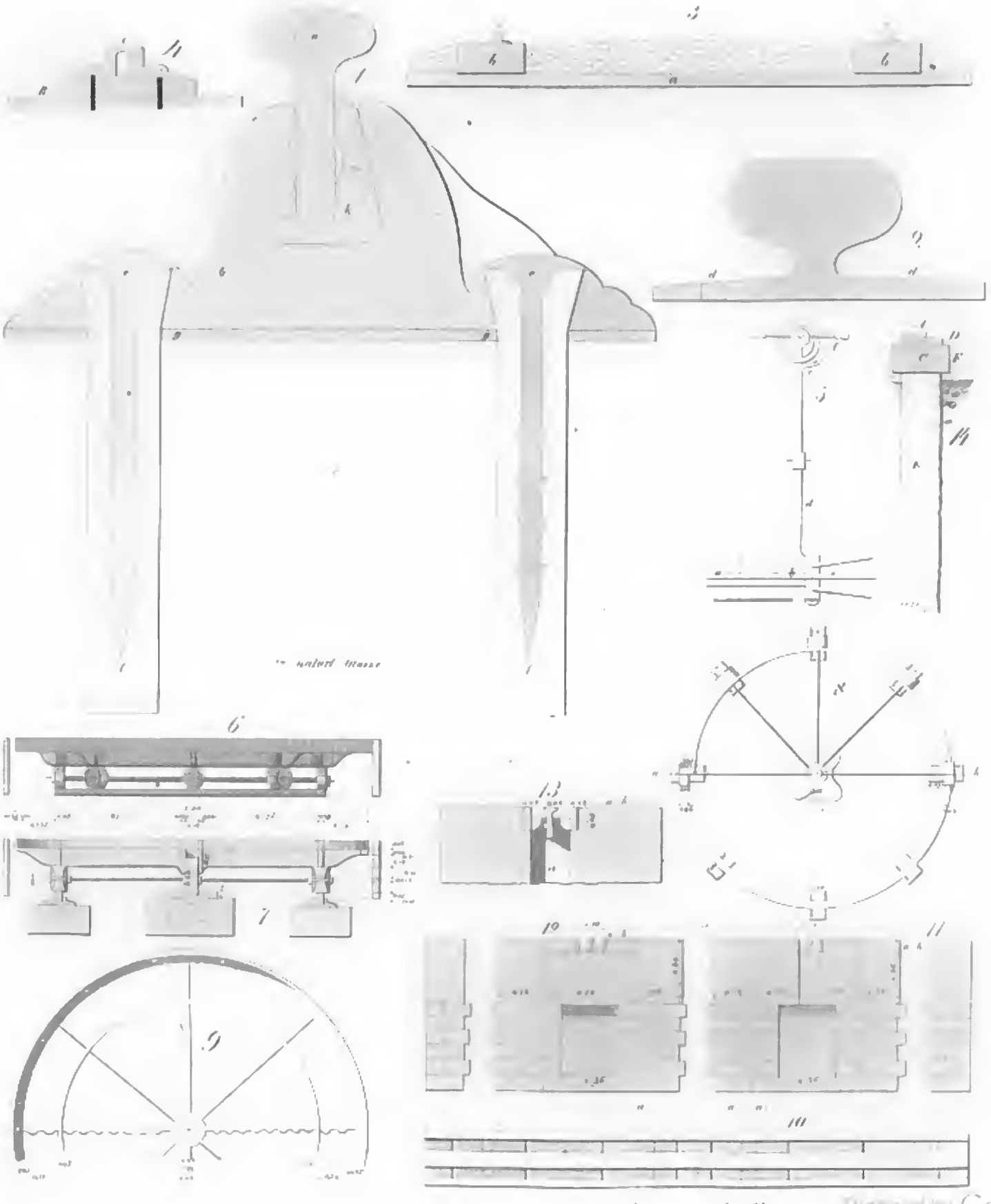
Digitized by Google



Lith. Inst. v. M. Frommann in Darmstadt

Digitized by Google

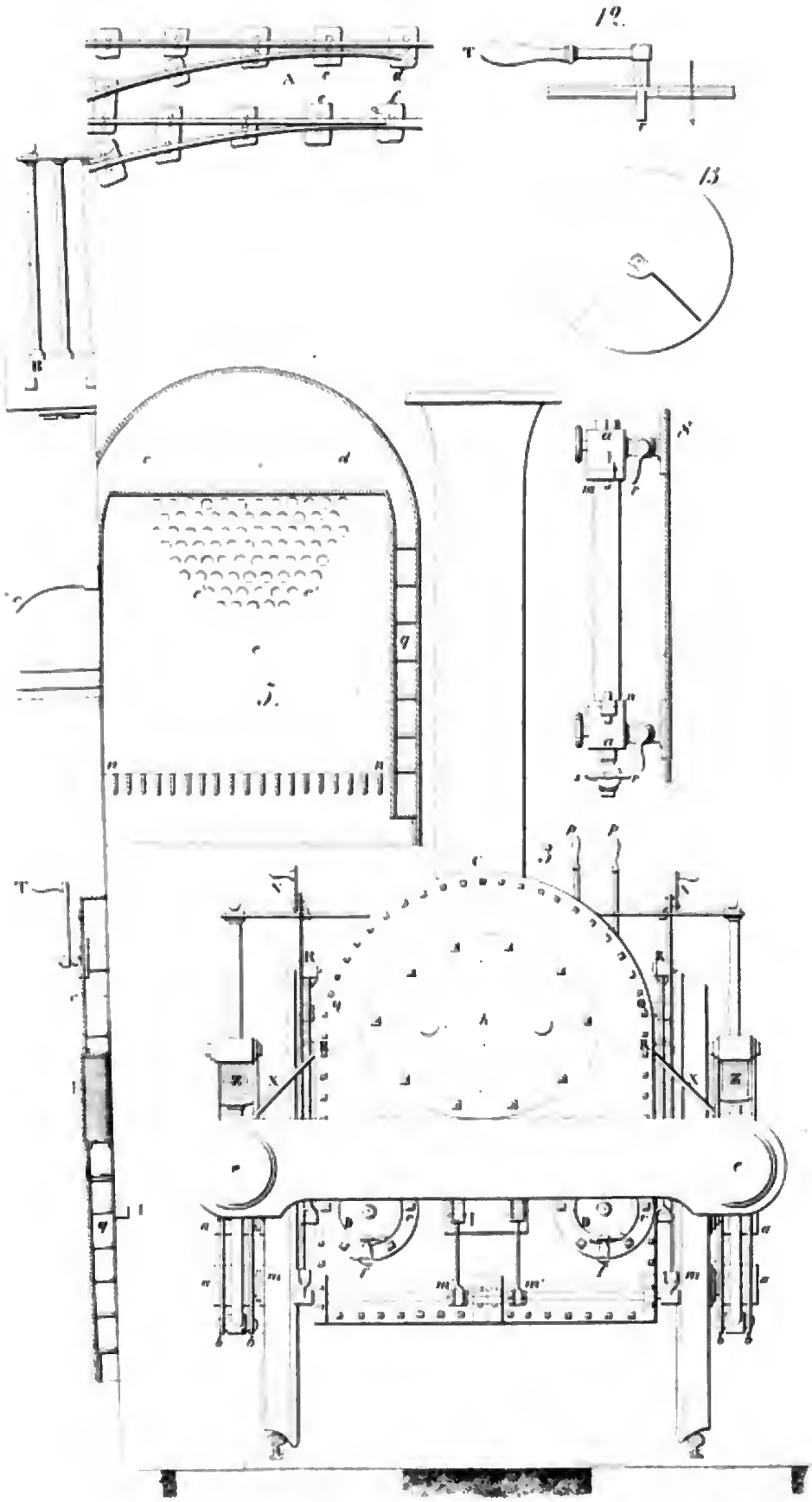
Digitized by Google



Lith. Anst. v. M. Frommann in Darmstadt

Digitized by Google

Digitized by Google

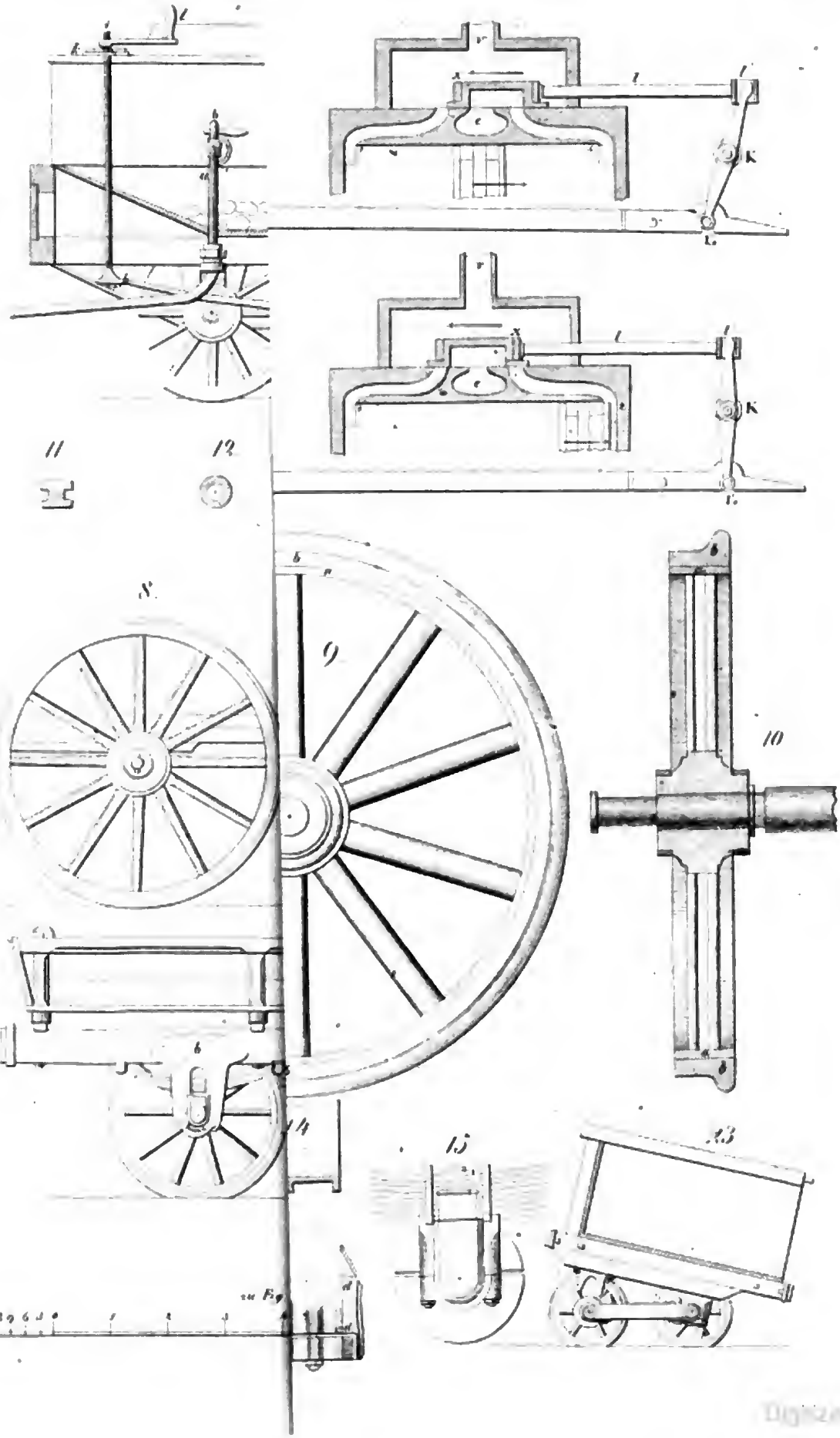


Digitized by Google

Digitized by Google

Taf XLIX

Taf. L

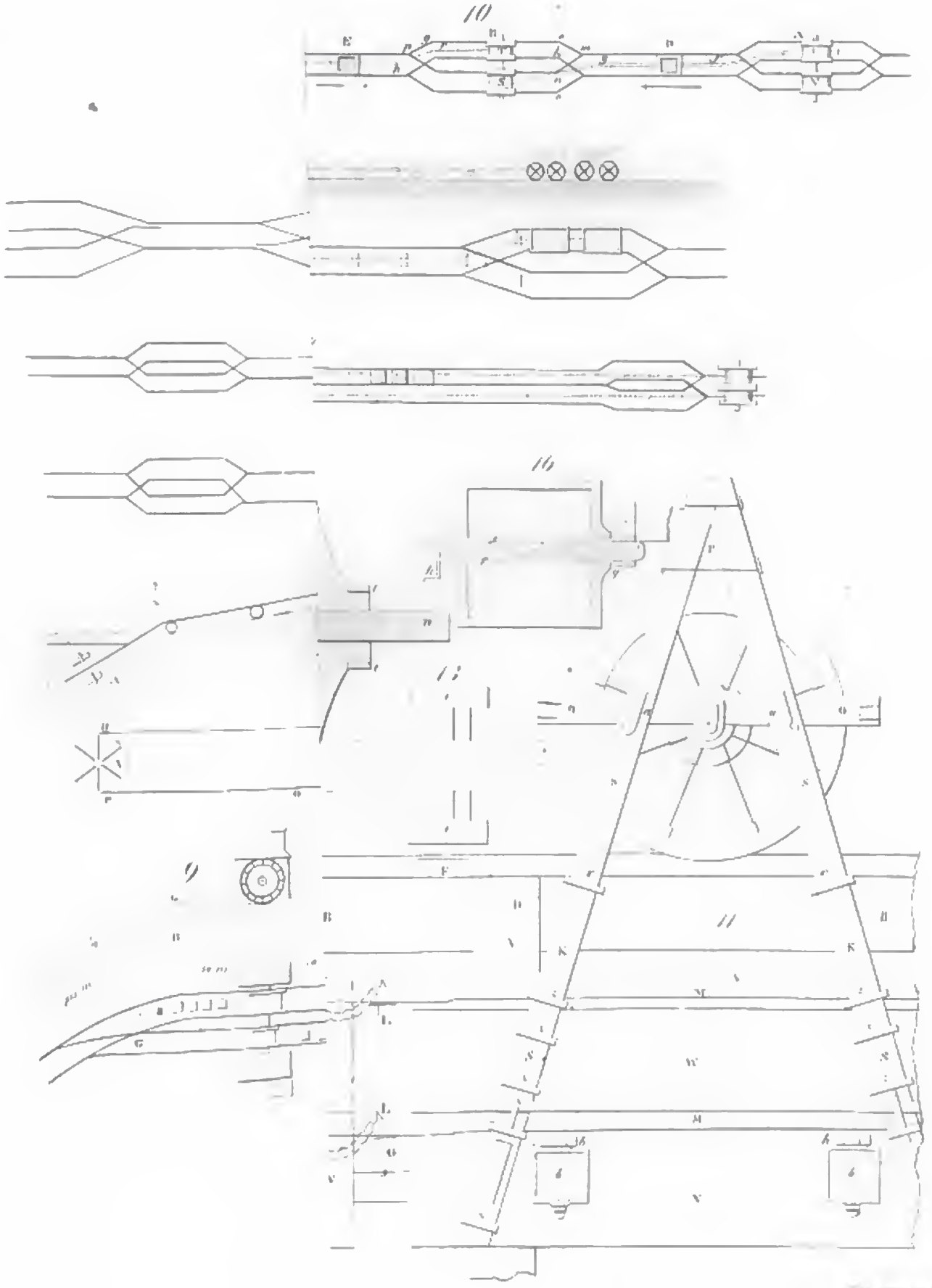


Digitized by Google

Digitized by Google

Taf I.I

Taf I.II



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google